This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

LANE MEDICAL LIBRARY STANFORD
2 45 0353 0201
RA
424.5
P4V8
1902
LANE
HIST

LANE

MEDICAL

LIBRARY

HISTORY OF MEDICINE
AND NATURAL SCIENCES

THE LANE MEDICAL LIBRARY
San Francisco

MAX VON PETTENKOFER

ZUM GEDÄCHTNISS.

Rede

im Auftrag der mathematisch-physikalischen Classe

der kgl. bayer. Akademie der Wissenschaften in München

in der öffentlichen Sitzung am 16. November 1901

gehalten

von

Carl v. Voit.

München 1902.
Verlag der k. b. Akademie
in Commission des G. Franz'schen Verlags (J. Roth).

LANE LIBRARY

LANE LIBRARY

In der Nacht vom 9. auf den 10. Februar dieses Jahres ist der frühere Präsident unserer Akademie und Senior der mathematisch-physikalischen Classe, Max v. Pettenkofer, reich an Verdiensten und Ehren, im Alter von 83 Jahren plötzlich aus dem Leben geschieden. Die sich schnell in unserer Stadt verbreitende Kunde erregte allenthalben tiefe Trauer über den Verlust des Mitbürgers, den wir seit Langem mit Stolz als den unsrigen betrachteten; und besonders die grosse und innige Theilnahme bei dem Begräbnisse zeigte, welche Verehrung und Liebe ihm aus allen Schichten der Bevölkerung entgegen gebracht wurde. Die ergreifende Feier liess erkennen, dass ein Mann in das Grab gelegt wurde, der ein Gewaltiger im Reiche der Wissenschaft war, aber auch durch die Anwendung seiner wissenschaftlichen Arbeit auf das Leben das Wohl seiner Mitmenschen wie selten einer gefördert hat. Wir Alle, die das Grab umstanden, hatten das Gefühl, dass noch Unzählige aus unserem Vaterlande, ja aus der ganzen gebildeten Welt im Geiste bei uns waren.

Pettenkofers Lebensgang ist bei mancherlei Gelegenheiten schon so oft beschrieben worden, dass er im Allgemeinen wohl den Meisten in diesem Saale bekannt sein wird. Es ist mir, dem seinem umfangreichen Forschungsgebiete am nächsten Stehenden, daher eine sehr schwierige, wenn auch ehrenvolle Aufgabe geworden, die Gedächtnissrede auf den grossen Gelehrten in einer Festsitzung der Akademie zu halten. Meine Aufgabe ist jedoch eine andere als die der meisten Nekrologe, in denen seine Verdienste so wahr und schön gefeiert worden sind; ich habe darzuthun, wie seine Arbeiten

57815

entstanden sind und wie er es gemacht hat, um seine denkwürdigen Ergebnisse zu erhalten; ich muss einen Einblick in seine geistige Werkstätte und in die Art seines Schaffens geben, und nicht nur das aufzählen, was aus ihr hervorgegangen ist. Es hat aber für mich einen besonderen Reiz gehabt, seine wissenschaftliche Entwicklung noch einmal im Einzelnen zu verfolgen und zu schildern, der ich schon im Jahre 1852 als Schüler mit ihm bekannt geworden bin und später das Glück hatte, während 10 Jahren gemeinschaftlich mit ihm zu arbeiten und ihm als Freund nahe zu stehen. Es ist eine wahre Erquickung und Erhebung, das Leben des edlen Mannes, das ein ganz eigenartiges, an geistiger Thätigkeit ungemein mannigfaltiges und reiches sowie auch ein äusserlich sehr bewegtes war, zu betrachten. Vielfach wurde er in der ersten Zeit zu seinen Arbeiten nur durch zufällige äussere Veranlassungen bestimmt und es währte ein Dezennium vom Beginn seines Eintretens in die Wissenschaft, bis er auf den Weg gelangte, auf dem er das grosse Ziel erkannte, das er von da an als seine Lebensaufgabe mit aller Kraft erstrebte. So ist es gekommen, das seine wissenschaftlichen Leistungen sich auf den verschiedensten Gebieten: der Chemie, der Physik, der Physiologie, der Hygiene und der Technik bewegen.

Max Pettenkofer wurde am 13. Dezember 1818 zu Lichtenheim, einer Einöde bei Neuburg an der Donau, geboren. Das väterliche Haus war früher eine Zollstätte zwischen dem Kurfürstenthum Bayern und dem Herzogthum Neuburg, und der Grossvater Pettenkofers war Mauthbeamter daselbst. Als das Mauthamt nach der Vereinigung von Neuburg mit Bayern aufgehoben wurde, erwarb der Grossvater das Anwesen, um sich als Landwirth bei der Urbarmachung des angrenzenden Donaumooses zu betheiligen. Drei seiner Söhne studirten und wurden tüchtige Beamte, der Jüngste, Pettenkofers Vater, übernahm das elterliche Anwesen. Aber die Kultur des Donaumooses hatte nicht den erhofften Erfolg, so dass es den Eltern Pettenkofers, trotz allen Fleisses recht schwer fiel ihre acht Kinder zu erziehen. Dieselben wären wohl auf dem Lande sesshaft

geblieben, wenn nicht von einem älteren Bruder des Vaters, dem Apotheker Dr. Franz Xaver Pettenkofer, Hilfe gekommen wäre. Derselbe hatte sich im russischen Feldzuge als Militärapotheker durch seine Energie und Tapferkeit grosse Verdienste erworben und wurde später (1823) zum königlichen Hof- und Leibapotheker ernannt; da er kinderlos war, nahm er sich der Kinder seines Bruders an, von denen er nach und nach vier in sein Haus aufnahm. Für den aufgeweckten und talentvollen Neffen Max hatte er eine besondere Vorliebe gefasst; er berief den achtjährigen Knaben im Herbste 1827 zu sich nach München, wo er die Dienstwohnung in der königlichen Residenz inne hatte, in welcher der junge Pettenkofer von da an sein ganzes Leben lang verbleiben sollte. Das Vaterhaus im Donaumoos behielt aber fortwirkende Bedeutung für seine Sinnesart; an einfachste Verhältnisse gewöhnt, bewahrte er sich bis zuletzt die kindliche Zufriedenheit und die Freude auch am Kleinsten. In München wurde die Volksschule, dann die Lateinschule und das humanistische Gymnasium — das jetzige Wilhelms-Gymnasium — besucht und letzteres im August 1837 mit Auszeichnung absolvirt. Es fiel ihm jedoch anfangs recht schwer, sich an das Treiben der geräuschvollen Stadt zu gewöhnen; es erfasste ihn eine unendliche Sehnsucht nach dem ungebundenen Leben auf dem Lande, wo er in der Haide barfuss sich getummelt hatte, und nach den Schönheiten der freien Natur, die er in dem weiten Moose mit seinen mannigfaltigen Beleuchtungen mit feinem Blicke erkannte. Diese Eindrücke der frühesten Jugendzeit sind aus seinem empfänglichen Herzen nie gewichen, das beglückende Gefühl im Verkehr mit der Natur ist ihm zeitlebens geblieben; Haidelieder voll Poesie geben davon Zeugniss. Gläubig erzogen in den Gebräuchen der Kirche, deren tieferen Sinn er verstand — hatte er doch in der Heimath oft den Dienst des Ministranten bei der Messe versehen — betete er an den Altären der Frauenkirche inbrünstig, die Mutter Gottes möchte ein Wunder thun und ihn wieder nach dem geliebten Lande versetzen. Auch that er sich anfangs nach

dem mangelhaften Unterricht in der Dorfschule zu Lichtenau, einem kleinen Pfarrdorfe, hart, mit den Kameraden in der Stadt Schritt zu halten; bald aber waren diese Schwierigkeiten überwunden, und mit dem grössten Eifer und Erfolg suchte er sich Kenntnisse zu erwerben, so dass er jährlich, wenn es in die Ferien nach Lichtenheim gieng, erste Preise mitbringen konnte.

Nach Absolvirung des Gymnasiums bezog er (1837) die Universität München, ohne sich bis dahin für ein bestimmtes Fach entschieden zu haben. Angeregt durch seinen Gymnasiallehrer, den verdienten Philologen Leonhard Spengel, später sein College an der Universität, der es wie Wenige verstand, die Jugend für die alten Sprachen zu begeistern, hätte er sich am liebsten der Philologie zugewandt; Spengel wies den strebsamen Schüler, der ihn auf dem Nachhausewege häufig begleitete, auch auf die Schätze der deutschen Literatur z. B. auf Lessings Laokoon hin. Noch in späten Jahren las er die alten lateinischen und griechischen Klassiker und er hat öfter erzählt, wie der geistvolle Chemiker Schönbein in Basel ihm Abends zur geistigen Erfrischung die Oden des Horaz auf den Tisch legte; so manche ausgezeichnete Naturforscher haben sich die Liebe für die alten Klassiker bewahrt, einer der grössten Chemiker, Robert Bunsen, erfreute sich bis in sein Alter an den lateinischen Schriftstellern, an Ciceros Reden und Sueton. Pettenkofer hat seine Anschauungen über die Ausbildung des Geistes durch die antiken Sprachen in seiner vortrefflichen Rektoratsrede: „Wodurch die humanistischen Gymnasien für die Universität vorbereiten“ ausgesprochen; dieselben sollen die Befähigung zu richtigem Denken erziehen und die Lust zur geistigen Arbeit erwecken, so dass der jugendliche Geist geschickt ist sich in jedem Fache auszubilden. In der That, es kommt nicht so sehr auf den Gegenstand, durch welchen dies geschieht, an als auf den anregenden Lehrer; die frühzeitige Beschäftigung mit den Naturwissenschaften ist nur von Uebel, da die Wenigsten schon reif dafür sind und den Geist der Sache nicht erfassen; man vergisst häufig, dass die so viel gepriesene

Entwicklung der Naturwissenschaften zum grössten Theil von an den humanistischen Gymnasien Vorgebildeten hervorgebracht worden ist. Pettenkofer hätte sich daher bei dem Uebertritte an die Universität ebensogut die Philologie wie die Naturwissenschaft als Lebensaufgabe erwählen können und darin Hervorragendes geleistet. Sein Wohlthäter und Erzieher wünschte jedoch, er möchte sich zunächst den Naturwissenschaften und dann der Pharmazie zuwenden, um ihm im Alter in seinem Berufe eine Stütze zu sein. So betrieb er während des damals für jeden Studirenden vorgeschriebenen philosophischen Jahres und das Jahr darauf philosophische und naturwissenschaftliche Studien, besonders Mineralogie bei Fuchs und technische Chemie bei Kaiser, um darnach (1839) als Lehrling in die königl. Hofapotheke einzutreten; da er durch die Universitätsjahre und durch den Umgang mit seinem Onkel in ungewöhnlichem Maasse für die Chemie und Pharmazie vorbereitet war, wurden ihm von den drei Lehrjahren zwei erlassen und er schon nach einem Jahre zum Gehilfen in der Hofapotheke mit einem Gulden Taggeld befördert. In der trefflich geleiteten Hofapotheke bot sich ihm reichlich Gelegenheit zur Uebung in chemischen Untersuchungen sowie zur Reindarstellung vieler chemischer Präparate, von Alkaloiden und anderen Arzneimitteln.

Aber es sollte zu diesem Zeitpunkte die wissenschaftliche Ausbildung Pettenkofers eine jähe Unterbrechung erleiden, die ihn fast auf ganz andere Bahnen geworfen hätte. Sein Pflegevater, nur der Herr Onkel genannt, war wohl ein gütiger und gerechter, aber ein äusserst strenger Mann, welcher Ehrfurcht, peinlichste Ordnung und pünktlichste Pflichterfüllung verlangte; er wollte seinen Neffen, den Universitäts-Studenten, nicht anders, ja sogar noch strenger behandeln wie jeden anderen Lehrling der Apotheke. Da geschah es eines Tages, dass er seinen Neffen vor den viel jüngeren Genossen wegen eines geringfügigen Versehens mit einem Backenstreich bestrafte; dies glaubte derselbe nicht mehr mit seiner Ehre vereinen zu können und verliess augenblicklich des Onkels Haus. Er fand momentan

keinen anderen Weg sich ein Auskommen zu verschaffen als Schauspieler zu werden; voll Begeisterung für die Werke der schönen Literatur hatte er sich ein tiefes Verständniss für dieselben erworben, und so nimmt es nicht Wunder, wenn der ideal angelegte 20 jährige Jüngling in seiner Noth auf den Einfall kam, die Darstellung dieser Werke zu versuchen. Er war eine kurze Zeit als Statist am Theater zu Regensburg thätig und debütirte dann am Stadttheater in Augsburg unter dem Künstlernamen „Tenkof“ als Brackenburg in Göthes „Egmont“, auch hatte er noch den Astolf in Calderons „Leben ein Traum“ und einige andere Rollen einstudirt. Aber dem ungeübten Anfänger blieb der Erfolg aus, und die Augsburger Zeitungen sprachen sich über seine dramatischen Leistungen sehr reservirt aus. Und doch liess er sich trotz des Zuredens einiger Freunde, die der Onkel Xaver geschickt hatte, nicht von seinem Entschluss abbringen. Dies gelang jedoch den Bitten seiner Cousine Helene Pettenkofer, deren Vater Joseph Pettenkofer Rentamtmann in dem nahen Städtchen Friedberg war; sie versprach ihm die Seinige werden zu wollen, wenn er wieder ein ordentlicher Mensch würde und zu den Studien zurückkehrte. Der Geliebten, seiner späteren Gattin, gab er nach, und der über die Künstlerlaufbahn des Neffen höchst ungehaltene Onkel liess sich versöhnen und nahm den Rückkehrenden mit offenen Armen wieder in sein Haus auf.

Nach dieser Unterbrechung im Winter 1840/41 und im Sommer 1841 wurden im Herbst 1841 die Studien an der Universität mit eiserner Energie und Ernst wieder aufgenommen und zwar zugleich als Mediziner und als Pharmazeut. Von seinen Lehrern, die ihm Gelegenheit zur Ausbildung gaben, sprach er nur von dem berühmten Mineralogen Johann Nepomuk von Fuchs, mit dem er durch seinen Onkel näher bekannt geworden war und in dessen mineralogisch-chemischen Laboratorium in der Akademie er arbeitete, und auch von dem Chemiker an der polytechnischen Schule Cajetan Kaiser, dem früheren Assistenten von Fuchs. Fuchs erkannte das ungewöhnliche Talent seines Schülers und war ihm Berather, Förderer

und väterlicher Freund, was sein Günstling durch unbegrenzte rührende Dankbarkeit zeitlebens vergalt. Gerne hätte sich Pettenkofer schon damals ausschliesslich der Chemie zugewendet, zu der er durch seine pharmazeutischen Studien und den Einfluss von Fuchs besondere Vorliebe gefasst hatte, jedoch drängte der Onkel darauf, dass er das Fach der Medizin ergreife, um sich zunächst ein gesichertes Auskommen zu erwerben; die pharmazeutische Laufbahn in der Hofapotheke habe er verscherzt, denn einen Menschen, der Komödiant geworden sei, könne man für eine Anstellung in der königl. Leib- und Hofapotheke nicht mehr empfehlen, ein solcher eigne sich höchstens noch zum Mediziner. Der gute Onkel ahnte nicht, dass der ehemalige Schauspieler neun Jahre später sein Nachfolger werden würde. Die Chemie galt damals noch nicht für ein Fach, von dem allein man leben könnte, und an eine akademische Laufbahn wagte der Mittellose nicht zu denken. Schweren Herzens entschloss er sich daher zur Medizin; Fuchs tröstete ihn jedoch, dass er selbst sowie andere berühmte Chemiker wie Wöhler, Scherer etc. vorerst Mediziner waren. Schon nach zwei Jahren wurde (im März 1843) die Approbations-Prüfung als Apotheker und wenige Monate später die damalige schriftliche und mündliche medizinische Staatsprüfung, beide mit der Note ausgezeichnet, bestanden. Letzterer folgte die Promotion zum Doktor der Medizin.

Zu diesem Zwecke schrieb Pettenkofer (1844) als Dissertation, nicht wie die meisten seiner Commilitonen eine praktisch-medizinische Abhandlung, sondern eine bemerkenswerthe Studie über Micania Guaco, eine in Columbien und Mexiko heimische, zu den Compositen gehörige, dem Eupatorium nahe stehende Pflanze, deren Saft gegen Schlangenbiss, den Biss toller Hunde, auch gegen Cholera angewendet wurde. Die Pflanze wird in ihrem Heimathlande Vejuco del Guaco d. i. Nahrung des Guaco, einer vorzüglich von Schlangen sich nährenden Falkenart, genannt. Pettenkofer gewann aus den Blättern, welche der Droguist Jobst in Stuttgart an Professor Buchner sen. gesandt hatte, das zuerst von Fauré in Mexiko dargestellte Guacin

und zwar nach Entfernung des Chlorophylls durch Thierkohle als hellbraunes in Alkohol lösliches Harz, das sehr bitter schmeckt und mit Säuren einen eigenthümlichen durchdringenden Geruch zeigt. Die getrocknete Pflanze liefert nach ihm nur geringe Ausbeute; es muss die frische Pflanze ausgepresst und der Saft in Alkohol präservirt werden. Ein an sich selbst damit angestellter Versuch ergab eine starke Wirkung: es erfolgte Erbrechen, Vermehrung der Pulsschläge und profuse Schweissbildung.

Schon als Candidat der Medizin veröffentlichte der strebsame Jüngling seine ersten wissenschaftlichen Arbeiten, welche darthun, dass er sich frühe eine seltene Uebung in chemischen Versuchen und eine überraschende Selbständigkeit im chemischen Denken angeeignet hatte. Im Jahre 1842 machte er eine sichere und einfache Methode bekannt, in forensen Fällen „den mittelst des Marsh'schen Apparates entwickelten Arsenik von allen anderen ähnlichen Stoffen augenfällig zu unterscheiden". Die Veranlassung dazu gaben ihm Fuchs, sein Onkel und Kaiser, welche die Trüglichkeit des bisherigen Nachweises erfahren hatten. Das erste Neue an seiner Methode war die Isolirung des Arseniks von den den Nachweis hindernden organischen Substanzen, zu deren Auflösung und Entfernung er Alkalilauge und Ausfällen der Lösung mit Salzsäure und Gerbsäure anwendete. Otto in Braunschweig, die erste Autorität in solchen Untersuchungen, äusserte später begründete Bedenken wegen der Bildung von Schwefelalkali und der möglichen Ausfällung des Arsens als Schwefelarsen; aber obwohl Pettenkofer bei erneuten Versuchen dies in Folge der raschen Oxydation des Schwefelalkalis nicht eintreten sah und auch empfahl den Schwefel vorher durch Bleioxyd zu entfernen, so wurde doch sein Verfahren durch ein besseres verdrängt. — Das zweite Neue war seine Unterscheidung des Arseniks vom Antimon; er fand, dass, wenn man über den im Reduktionsröhrchen des Marsh'schen Apparates durch Erwärmen erhaltenen Metallspiegel Schwefelwasserstoffgas leitet, bei Arsenik gelbes, in Ammoniak lösliches Schwefelarsen, bei Antimon orangefarbenes Schwefelantimon entsteht. Diese schöne

Reaktion ist noch immer in Gebrauch. Die neue Methode sollte sich zu seiner grossen Freude bald in einem schwierigen gerichtlichen Falle, bei dem vorher die chemische Untersuchung ein negatives Resultat ergeben hatte, bewähren.

Zum ausübenden praktischen Arzte besass Pettenkofer keine Neigung und wohl auch nicht das Talent. Er durfte sich jetzt seinem Lieblingsfache, der Chemie, hingeben. Fuchs glaubte, es müsste in Bälde an der Universität München für die sogenannte medizinische Chemie gesorgt werden, wie sie schon in Würzburg bestand, und rieth ihm, sich diesem Zweig der Chemie zuzuwenden. Das Studium der Medizin war jedoch für Pettenkofer kein verlorenes, denn er hätte ohne dasselbe kaum seine späteren hygienischen und epidemiologischen Arbeiten durchführen können. In München waren damals keine Anstalten vorhanden sich in der Chemie auszubilden und wissenschaftlich zu arbeiten; auch die Physik und die Physiologie, welche letztere der Minister Fürst Wallerstein seinem alten, von Wallerstein mitgebrachten Leibarzte übertragen hatte, lagen an der Universität darnieder; der frische Zug, der nach dem unheilvollen Einflusse der Naturphilosophie andere Universitäten Deutschlands durchwehte, war noch nicht nach München gedrungen. Zu dieser Zeit richteten sich die Augen aller Chemiker nach der kleinen Universität Giessen, woselbst Liebig seine berühmte chemische Schule errichtet und seine die organische Chemie begründenden Arbeiten begonnen hatte. Aber es war bei dem Andrange der jungen Chemiker kein Platz mehr da und so gieng Pettenkofer zunächst mit Empfehlungen von Fuchs, der ihm durch seine Verwendung beim Obermedizinal-Ausschuss ein medizinisches Reisestipendium, mit der Instruktion, sich vorzüglich in der organischen Chemie umzuthun, verschafft hatte, nach Würzburg, um ein Semester (Winter 1843/44) bei dem verdienstvollen Josef Scherer, welcher auch aus der Medizin hervorgegangen und bei Liebig in medizinisch-chemischer Richtung thätig gewesen war, zu arbeiten. Scherer war an die in glänzendem Aufblühen begriffene medizinische Fakultät der Alma Julia berufen und ihm ein klinisch-chemisches

Laboratorium eingeräumt worden; man hatte dort rechtzeitig eingesehen, welche Bedeutung die Chemie für die Untersuchung der Vorgänge im normalen und kranken Organismus erlangen werde. Man hoffte früher von der Chemie, namentlich durch Ermittlung der Bestandtheile der Säfte des Körpers, nur durch chemische Analysen, ohne eigentlich physiologische Untersuchungen am Thier, über die Ursachen der Krankheiten Näheres zu erfahren, sah sich jedoch in dieser Hoffnung vielfach getäuscht, weil man von der Chemie etwas verlangte, was sie nicht leisten konnte. Die Physiologie benützt jetzt die Chemie in weitem Umfange, um über die physiologischen Vorgänge im lebenden Organismus Aufschlüsse zu erhalten und man kann ja diese Anwendung der Chemie „physiologische Chemie" nennen; aber letztere lässt sich nicht von der übrigen Physiologie als besondere Wissenschaft loslösen, da Methoden der Untersuchung keine Fächer abgrenzen und man für die Erklärung fast jedes physiologischen Vorgangs alle möglichen Hilfsmittel: die Physik, die Chemie, die Anatomie etc. nöthig hat. Wer die Chemie zur Ermittlung der Lebenserscheinungen gebrauchen will, darf nicht nur Chemiker, er muss auch Physiologe sein; der letztere hat es nur mit dem Verhalten der Stoffe im Körper zu thun, das Studium der Zersetzungen dieser Stoffe im chemischen Laboratorium, ihrer Constitution, ihrer synthetischen Darstellung ist eine rein chemische Aufgabe und Sache des Chemikers. Die für die Physiologie so ungemein wichtige Synthese der Zuckerarten durch Emil Fischer ist keine physiologische, auch keine physiologisch-chemische, sondern eine chemische Entdeckung; so fallen auch die chemischen Untersuchungen der Art über das Eiweiss dem Chemiker zu.

In Würzburg führte der junge Doktor der Medizin Pettenkofer mehrere chemische Arbeiten aus, welche seinen chemischen und medizinischen Kenntnissen entsprachen und alsbald die Aufmerksamkeit auf ihn lenkten.

Er bekam aus der Klinik den Harn eines an Veitstanz leidenden Mädchens zur Untersuchung und erhielt in dem eingedampften

alkoholischen Extrakt durch Zusatz von Salpetersäure ausser salpetersaurem Harnstoff beträchtliche Mengen feiner Nadeln von Hippursäure, welche stickstoffhaltige Säure man bis dahin in erheblicher Quantität nur im Harn der pflanzenfressenden Säugethiere, beim Menschen blos in Spuren bei gemischter Kost gefunden hatte. Es zeigte sich, dass die Hippursäure-Ausscheidung bei dem kranken Kinde nichts mit der Erkrankung zu thun hatte, sondern mit der rein vegetabilischen Nahrung, welche blos aus Aepfeln, Brod und Wasser bestand, zusammenhieng. Es war dies eines der ersten Beispiele des bestimmenden Einflusses der Nahrung auf die Zusammensetzung des Harns und es war damit der Nachweis der Abstammung der Hippursäure aus einem Bestandtheil der Pflanzen erkannt. Das Kind hatte, wie mir Pettenkofer mittheilte, eine besondere Vorliebe für die Aepfelschalen, was mit der späteren Erkenntniss, dass die Cutikula der Pflanzen den Stoff liefert, der sich in der Niere mit dem im Organismus entstehenden Glykokoll zu Hippursäure vereiniget, in Verbindung steht.

Darauf folgte in Würzburg die Entdeckung seiner bekannten Reaktion auf Gallensäuren, welche als wichtiges Erkennungsmittel für letztere und auf Galle immer noch angewendet wird. Man glaubt gewöhnlich, diese Reaktion wäre von ihm durch irgend einen Zufall aufgefunden worden; dies ist jedoch nicht so. Es war damals von Liebig die Ansicht ausgesprochen worden, das Fett im Thierkörper entstehe aus den Kohlehydraten der Nahrung und diesen Vorgang wollte Pettenkofer im Laboratorium nachahmen; er nahm zu diesem Zwecke als lösliches Kohlehydrat den wohlfeilen Rohrzucker, behandelte ihn mit concentrirter Schwefelsäure, um durch Wasserentziehung aus dem Zucker einen an Kohlenstoff reichen Stoff, ähnlich dem Fett, zu erzeugen, und fügte schliesslich Galle hinzu, weil man meinte, die Leber oder die Galle habe mit dem Prozess etwas zu thun. Auf solche Weise erhielt er zwar kein Fett, dessen Entstehen aus Kohlehydrat im Thier erst viel später durch Versuche nachgewiesen wurde, wohl aber die schöne violette Farbe seiner

Reaktion; er bemühte sich jedoch vergebens das rothe Zersetzungsprodukt zu isoliren. Die Erkennung der Gallensäuren war vorher eine sehr unsichere; mit der Reaktion Pettenkofers lassen sich die kleinsten Mengen derselben leicht darthun. Er zeigte mit ihr, dass in den Gallen aller Thiere dieselbe organische Substanz vorkömmt; dass im normalen Kothe des Menschen keine Gallensäuren aufzufinden sind, wohl aber in flüssigen Darmentleerungen. Auch machte er darauf aufmerksam, dass weder die Gallensäuren für sich noch der Zucker für sich die Reaktion geben, sondern nur beide miteinander; dass also eine merkwürdige Aenderung der Metamorphose eintritt, wenn zwei organische Substanzen neben einander zersetzt werden.

Noch wichtiger ist der Nachweis eines neuen stickstoffhaltigen Stoffes im menschlichen Harn, der von den bedeutendsten Chemikern übersehen worden war, geworden; er isolirte ihn als Chlorzink-Verbindung und stellte seine Formel fest. Diese schwierige Untersuchung wurde noch in Würzburg begonnen und dann im Giessener Laboratorium, in welchem er im Sommersemester 1844 Aufnahme fand, fortgesetzt. Liebig zeigte einige Jahre später, dass dieser merkwürdige Stoff identisch ist mit dem aus dem Kreatin des Muskelfleisches durch Behandlung mit einer Säure entstehenden Kreatinin. Man vermag sich heut zu Tage kaum mehr vorzustellen, welchen Eindruck diese Entdeckung auf Liebig und seinen Schüler machte; sie war einer der ersten Befunde über das Schicksal der Zersetzungsprodukte der Organe sowie der Bedeutung der Harnbestandtheile, und Liebig ist zum Theil durch sie zu seiner berühmten im Jahre 1847 veröffentlichten „chemischen Untersuchung über das Fleisch“ veranlasst worden. Pettenkofer erzählte öfter in launiger Weise, wie ihm beim Trocknen ein zur Elementar-Analyse bestimmter Vorrath der Substanz verbrannte, zum grossen Verdruss Liebigs, der darüber bei einer Naturforscherversammlung in England berichten wollte, und wie dann halb Giessen zusammenhelfen musste, um rechtzeitig das Material für eine neue Portion zu gewinnen.

Der Aufenthalt in Giessen gehörte, wie für Jeden, der in diesen Kreis der strebsamen und durch Liebig begeisterten jungen Chemiker aus allen Ländern eingetreten war, zu den anregendsten und glücklichsten. Mit schönen und wahren Worten schilderte der dankbare Schüler Pettenkofer in seiner meisterhaften Gedächtnissrede auf Liebig die emsige Thätigkeit und das Treiben in diesem Laboratorium, dem chemischen Bienenkorbe auf dem Selterser Berge, wo Liebig den Ausspruch des Mephisto: „Das Beste, was du wissen kannst, darfst du den Buben doch nicht sagen" ins Gegentheil umdrehte: Alles, was ich machen kann, das müssen auch die Buben machen lernen. Durch die gemeinsamen Bestrebungen wurden manche Freunde auf Lebenszeit gewonnen, wie Will, Bardeleben, Kopp, Fresenius, Hofmann.

Durch den mächtigen Einfluss von Liebig war Pettenkofer zum fertigen Naturforscher herangereift und sein Name hatte unter den Chemikern einen guten Klang bekommen.

Gerne hätte er noch längere Zeit in Giessen zugebracht; er wollte zunächst nach Darstellung grösserer Quantitäten von Kreatinin dessen Vorkommen und Zersetzungen studiren; da er jedoch die dazu nöthigen Mittel nicht aufzutreiben vermochte, kehrte er im Herbst 1844 nach München zurück, woselbst er ohne Stelle war und auch keine Gelegenheit besass chemisch weiter zu arbeiten. Auf Einladung des Klinikers Gietl machte er zwar im Krankenhaus die chemischen Untersuchungen für die Klinik während eines halben Jahres ohne Remuneration; aber es fehlte ihm auch hier vollständig an Mitteln und er musste seine Zeit vielfach auf höchst gleichgiltige und unwichtige Dinge verwenden, um sich den zum Leben unentbehrlichen Bissen Brod zu erwerben. Von wirklichen Nahrungssorgen gedrungen, bat er (1845) in einer Eingabe an den Obermedizinalausschuss um eine Stelle an medizinischen Anstalten der Universität, in welcher er in physiologischer und pathalogischer Chemie seine Kräfte weiter aufwenden könne. In der damaligen trüben Zeit entstanden auch seine prächtigen chemischen Sonette,

voll Begeisterung für die Errungenschaften der Chemie und die grossen Chemiker. Der Obermedizinalausschuss stellte auf Veranlassung seiner Mitglieder Walther und Fuchs an das königl. Staatsministerium den Antrag, dem Dr. Pettenkofer eine Stellung an der Universität zu geben, wie sie Scherer in Würzburg für medizinische Chemie inne hatte, aber das Ministerium Abel besass für solche Dinge kein Verständniss und legte die Sache zu den Akten.

Nun trat an Pettenkofer abermals die Frage heran, welchem Beruf er sich widmen solle, denn die chemische und akademische Laufbahn schien ihm, wenigstens vorläufig, verschlossen; er besass nicht die Mittel sich an der Universität zu habilitiren und längere Zeit zuzuwarten, auch wollte er sich baldigst einen Lebensunterhalt verschaffen, um seine Braut heimzuführen.

Da wurde glücklicher Weise die Stelle eines Assistenten bei dem königl. Hauptmünzamte in München mit einem Tagesgehalt von $1^1/_2$ Gulden frei (1845); er bewarb sich um dieselbe in der Hoffnung in der grossen Gold- und Silberscheideanstalt daselbst chemisch weiter arbeiten zu können, was ihm mehr zusagte als die ärztliche oder pharmazeutische Thätigkeit. Allerdings waren anfangs die Münzbeamten über den neuen Collegen sehr erstaunt, denn sie konnten nicht verstehen, was ein Doktor der Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe in der Münze zu thun habe; und als einmal der berühmte Chemiker Wöhler den Assistenten in der Münze besuchte, glaubte man, er müsse die Thüre des Direktors verfehlt haben. Aber bald zeigte es sich, welche brauchbare Kraft man für die Gold- und Silberscheideanstalt an dem jungen Chemiker gewonnen hatte, der sich rasch in die neue Thätigkeit einlebte. Es gieng damals sehr lebhaft in der Münze zu; es waren alle im Verkehr befindlichen sogenannten Brabanter- oder Kronenthaler eingezogen worden, um sie in den deutschen Münzfuss umzuprägen; auch das Haus Rothschild in Frankfurt beschäftigte die Anstalt jährlich mit einigen Millionen. Da gelang es dem Assistenten (1846 und 1847) durch seine chemischen Kenntnisse manche Schwierigkeiten in der

Scheidung des aus jenen Münzen gewonnenen Goldes und Silbers zu beseitigen und den Gehalt derselben an Platin zu entdecken. Man hatte beim Probiren silber- und goldhaltiger Kiese mit Bleiglätte schwankende Resultate erhalten, ja sogar Silber und Gold gefunden in Kiesen, welche ganz frei davon waren; die dazu verwendete käufliche Bleiglätte enthält nämlich, wie Pettenkofer fand, schon jene edlen Metalle in wechselnder Menge; durch Anwendung von reinem Bleizucker beseitigte er die Unsicherheit der Probe und leistete dadurch der praktischen Scheiderei einen grossen Dienst. — Von grösserer Tragweite für die Scheidung des Golds vom Silber war die Auffindung der weiten Verbreitung des Platins, das er als einen constanten Begleiter des in der Natur vorkommenden Silbers erkannte. Die Thaler enthielten nämlich stets auch ein Paar pro mille Gold, das bei der Scheidung abfiel, sich aber nicht zu Feingold, wie es die Goldschläger brauchen, machen liess, weil es zu spröde war. Früher benützte man zur Trennung des Golds vom Silber die theure Salpetersäure, bei deren Anwendung es sich nicht verlohnte, alles Gold vom Silber abzuscheiden, wesshalb die älteren Silbermünzen alle goldhaltig waren; als nun statt der Salpetersäure die billigere Schwefelsäure gebraucht wurde, konnte man dieses Gold noch mit Vortheil gewinnen. Als daher die süddeutschen Staaten die Kronenthaler in Münzen feineren Gehalts umprägen mussten, deckte das daraus ausgeschiedene Gold nahezu die Umprägungskosten, denn es wurden aus 150 Millionen Kronenthalern für 1.8 Millionen Gold gewonnen. Aber man vermochte merkwürdiger Weise dieses Gold nicht auf einen höheren Feingehalt zu bringen, es blieben trotz noch so ofter Behandlung mit der Schwefelsäure immer noch gegen 3 Prozent Silber ungelöst darin; kein praktischer Scheider konnte die Ursache dafür angeben, die wissenschaftliche Untersuchung Pettenkofers löste alsbald das Räthsel und die Aufgabe der völligen Reindarstellung des Goldes. Er zeigte, dass die Unmöglichkeit das aus den Thalern erhaltene Gold frei von Silber herzustellen sowie die Sprödigkeit des so gewonnenen Goldes von dem Gehalt an Platin

bis zu 0.2 Prozent herrührt; dieses schon im Bergsilber enthaltene Platin wurde früher nicht beachtet, weil man keine Anwendung dafür hatte. Durch das Platin wird ein Theil des Silbers in dem noch silberhaltigen Gold in seinen Eigenschaften der Art verändert, dass es der Salpetersäure und der Schwefelsäure widersteht. Um die letzten Antheile des Silbers vom Gold wegzubringen, schmolz Pettenkofer die Masse mit saurem schwefelsauren Natron, wodurch das Silber in schwefelsaures Salz verwandelt wird, das sich durch Kochen mit Schwefelsäure auflöst, während das Gold mit dem Platin zurückbleibt, die man dann durch Schmelzen mit Salpeter trennt, wodurch das Gold nicht angegriffen wird. Auf solche Weise gewann man in der Münze jährlich einige Kilo des werthvollen Platins. In den Schlacken nach dem Schmelzen mit Salpeter fand er ausser dem Gold und Platin noch Palladium und Osmiumsäure. — Diese Arbeiten Pettenkofers über die Zusammensetzung und Benützung der Goldschmelzschlacken ist nicht nur für die Theorie und das Verständniss des Scheideprozesses sehr wichtig und aufklärend geworden, sie haben auch einen einfacheren und gewinnreicheren Betrieb unmittelbar nach sich gezogen. — Liebig schrieb ihm darüber: „Die Entdeckung des Platins in den Rückständen des Silberaffinirungsprozesses gehört zu den interessantesten, welche die Chemie darbietet, und kam um so unerwarteter, da so viele, namentlich französische Chemiker, denen man Geschicklichkeit und Erfahrung nicht absprechen kann, darüber gearbeitet haben. Ihre einfache und elegante Methode der Aufschliessung, welche alle Unannehmlichkeiten der Scheidung des Silbers und des Feinmachens des Goldes beiseitigt, ist eine wahre Bereicherung der analytischen Chemie, ganz abgesehen von dem praktischen Nutzen, den sie der Markscheidekunst gewährt.“ —

Als Assistent an der Münze führte Pettenkofer noch einige nicht zu seiner Aufgabe daselbst gehörige Untersuchungen aus.

Die eine handelt über den Gehalt des Speichels an Schwefelblausäure. Einige Chemiker glaubten diesen giftigen Stoff im Speichel gefunden zu haben, Andere meinten, es wäre Essigsäure oder

Ameisensäure, welche mit Eisenchlorid eine ähnliche rothe Färbung geben wie die Schwefelblausäure. Pettenkofer that durch schöne Versuche mit Sicherheit dar, dass es sich wirklich um Schwefelblausäure oder Schwefelcyansäure handelt; er machte auch quantitative Bestimmungen derselben und suchte ihre Herkunft zu erklären, indem er sie vom Harnstoff ableitete, der isomer mit dem cyansauren Ammoniak ist, in welchem er innerhalb der Speicheldrüsen 2 Aeq. Sauerstoff durch 2 Aeq. aus Eiweiss entstandenem Schwefel ersetzt werden lässt; dem entsprechend erhielt er bei der Behandlung von Harnstoff mit Schwefelalkalimetallen eine Schwefelcyanverbindung.

In den Gelehrten Anzeigen der Akademie gab er eine Notiz über einen neuen Körper, welcher im sogenannten Harnextraktivstoff enthalten ist und durch Quecksilberchlorid gefällt wird; derselbe ist möglicher Weise identisch mit dem neuerdings als Oxyproteinsäure beschriebenen Stoff.

Eine dritte höchst bemerkenswerthe Arbeit (1847) ist die über das Hämatinon, einen antiken rothen Glasfluss. Von dem kunstsinnigen König Ludwig I. war (1844) eine Commission von Künstlern und Gelehrten nach Pompeji entsendet worden, um über die künstlerische Technik der Alten Erfahrungen zu sammeln. Der Architekt Gärtner brachte dabei ein Stück eines undurchsichtigen prächtig rothen Glasflusses, unter dem Namen antikes Porporino, mit, welches polirt einen hohen Glanz mit metallglänzenden Punkten zeigt und offenbar das von Plinius secundus in seiner Naturgeschichte als Hämatinon oder Blutroth beschriebene Glas ist. Der König hatte den Wunsch, die Herstellungsweise dieses Hämatinons, welche im Laufe der Zeiten in Vergessenheit gerathen und trotz mannigfacher Bemühungen nicht wieder gelungen war, zu erfahren, um dasselbe bei seinen Bauten zu verwenden. Professor Schafhäutl erhielt zu diesem Zwecke ein Stück zur chemischen Analyse, wobei sich ergab, dass es ein Bleioxyd- und Kupferoxydul haltiger Glasfluss sei, aber die Versuche zur Wiederherstellung desselben lieferten immer ein grünschwarzes Glas. Pettenkofer fand die Analyse von Schafhäutl

qualitativ und quantitativ ganz richtig; als er jedoch die Bestandtheile zusammenschmolz, erhielt auch er kein rothes, sondern ein grünschwarzes Glas. Da fiel ihm ein, es könnte das kieselsaure Kupferoxydul eine grünschwarze oder eine purpurrothe Farbe haben, je nachdem es in amorphem oder krystallinischem Zustande sich befindet. Und in der That zeigte der geschmolzene antike Glasfluss eine leberbraune Farbe, nach dem langsamen Abkühlen aber wieder die rothe. So war es nun auch mit dem künstlich zusammengesetzten Glasfluss, nur bedurfte es hier noch vieler Anstrengungen Pettenkofers bis seinem Scharfsinn die jedesmalige Herstellung der rothen Farbe und die wissenschaftliche Erklärung der dabei stattfindenden verwickelten Vorgänge gelang.

Die Ereignisse des Jahres 1848 und der Rücktritt Königs Ludwig I. machten den Versuchen vorläufig ein Ende; erst im Jahre 1853 erhielt Pettenkofer durch die bei der Akademie von König Max II. eingesetzte technische Commission die Mittel zu Versuchen in grösserem Maassstabe, wobei er schliesslich Platten von 5—8 Zoll Durchmesser bekam.

Der Vorgang beim Entstehen der schönen rothen Farbe ist also der Uebergang des grünen amorphen kieselsauren Kupferoxyduls beim langsamen Abkühlen der geschmolzenen Masse in die rothe krystallinische Verbindung; auf die Bildung der Krystalle ist von bestimmendem Einfluss die geeignete Temperatur und die Zusammensetzung des Glasflusses, denn sie entstehen nur bei langsamem Abkühlen und bei Zusatz von Eisenfeile oder Kohle. Es treten zunächst feine Punkte regulinischen Kupfers auf, welche die Ansatzpunkte bilden für die in prächtigen Büscheln anschiessenden nadelförmigen Krystalle des rothen kieselsauren Kupferoxyduls.

Beim Ersatz der Kieselsäure durch Borsäure glückten ihm Krystallisationen von vorzüglicher Schönheit mit tief dunkler, bei auffallendem Sonnenlichte rother Farbe; an gewissen Stellen zeigten sich zahllose neben einander gereihte Krystalle, andere Stellen hatten einen lebhaften Schimmer bläulichen Lichtes auf dem tief dunkeln

Grunde, ähnlich dem Schimmer der Sterne auf dem nächtlichen Hintergrunde, wesshalb er der boraxhaltigen Masse den Namen „Astralit“ gab. Die Astralite erinnerten ihn an das in Murano seit ältester Zeit hergestellte venetianische Aventuringlas mit seinen flimmernden Kupferkryställchen, dessen Herstellung von manchen Fabrikanten noch als Geheimniss betrachtet wird; Pettenkofer gewann das Aventuringlas aus Hämatinon durch Zumischung von Eisenfeile in bestimmter Menge und langsames Abkühlen.

Bei der allgemeinen deutschen Industrie-Ausstellung im Jahre 1854 in München waren Proben der künstlichen Glasflüsse als Glasporphyre ausgestellt und mit einer Medaille ausgezeichnet worden; jedoch ist der Wunsch Pettenkofers, es möchte durch industrielle Männer die Sache weitere Ausbildung und Anwendung in der Technik erfahren, bis jetzt nicht erfüllt worden. —

Pettenkofer war durch die Thätigkeit in der Münze voll befriediget und er erklärte später häufig diese Zeit zusagender ersprieslicher Arbeit für die glücklichste seines Lebens. Sein Wirken an derselben fand allseitig Anerkennung und er hatte Aussicht bald Münzscheider mit einem pragmatischen Jahresgehalte von 2000 Gulden und freier Wohnung zu werden; er wäre wohl mit der Zeit der Vorstand der angesehenen Anstalt geworden. Da trat nach zweijähriger Amtsdauer an derselben eine unerwartete Wendung seines Geschickes ein; durch den Sturz des Ministeriums Abel im Jahre 1847 kam der frühere Antrag des Obermedizinal-Ausschusses, an der Universität München eine ausserordentliche Professur für medizinische Chemie zu errichten, wieder in Fluss; das Ministerium forderte den Akademischen Senat auf, darüber zu berichten und so wurde Pettenkofer gefragt, ob er eine solche Stelle noch annehmen würde. Auf das dringende Zureden von Fuchs, der den talentvollen jungen Gelehrten schon immer gerne der akademischen Laufbahn zugewendet hätte, entschloss er sich zögernd zuzusagen, es fiel ihm recht schwer, sich von der liebgewordenen Thätigkeit an der Münze zu trennen. Der Senat schlug ihn zum ausserordentlichen Professor

für medizinische Chemie vor, zugleich aber auch, einem Antrage der staatswirthschaftlichen Fakultät entsprechend, den Privatdozenten Dr. August Vogel, dessen Vater damals Professor der Chemie war, für Agrikulturchemie, mit dem Bemerken, dass die Mittel der Universität nur für eine Professur vorhanden wären, dem Ministerium die Wahl überlassend, welche Professur zu besetzen sei. König Ludwig I. entschied sich für die medizinische Chemie; die den König höchlich erfreuende Herstellung des Porporino antico verschaffte Pettenkofer die ausserordentliche Professur an der medizinischen Fakultät, vorzugsweise für pathalogisch-chemische Untersuchungen an den Kliniken, mit einem Jahresgehalt von 700 Gulden in Geld und einem Naturalbezuge von zwei Schäffeln Weizen und sieben Schäffeln Korn.

In dem Universitätsgebäude in der Ludwigstrasse erhielt er zu ebener Erde drei Räume, von denen eines als chemisches Laboratorium diente. Schüler zu wissenschaftlichen Arbeiten und praktischen Uebungen meldeten sich, bei dem damaligen Zustande der Naturwissenschaften an der Universität, nur einzelne und auch dies waren keine Mediziner, ja es erschien Pettenkofer bei seinen sonstigen Bestrebungen nicht einmal angenehm ein Laboratorium zu leiten, denn als ich mich nach dem theoretisch-medizinischen Examen (1852) sehnte, mich in der Chemie auszubilden und ihn bat, mich als Schüler aufzunehmen, wies er mich anfangs wegen Mangel an Zeit ab und er wurde nur durch meine Bestürzung über seinen abschlägigen Bescheid bewogen, es mit mir zu versuchen. Er begann jedoch vor wenigen Zuhörern Vorlesungen zu halten, nicht über sogenannte medizinische Chemie, wie sie Scherer in Würzburg mit so grossem Erfolge betrieb, sondern zunächst mehrmals über organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie im Liebig'schen Sinne, auch einmal über allgemeine und organische Chemie; im Sommersemester 1853 taucht zuerst der absonderliche Titel „Vorträge über diätetisch-physikalische Chemie“ auf, nachdem von ihm im Jahre 1851 die Anfänge seiner hygienischen Untersuchungen

gemacht worden waren. Der Name deutete schon auf die Anwendung der Lehren der Chemie für die Gesundheit des Menschen hin, und er brachte darin die Zusammensetzung der uns umgebenden Luft, des Wassers, auch der gebräuchlichen Nahrungsmittel wie des Fleisches, der Milch, des Brodes etc. Wir erkannten alsbald, dass uns hiermit etwas Anderes geboten wurde, als in den gewöhnlichen Vorlesungen, etwas ganz Eigenartiges, und wir nahmen, obwohl damals der Vortrag etwas Schleppendes und Eintöniges hatte, an dem fesselnden Inhalt das grösste Interesse. Diese Vorlesung wiederholte sich jedes Jahr, aber unter beständiger Aenderung des Titels, wie wenn sein Geist nach einer besonderen Gestaltung und nach etwas Neuem ringen würde. Da heisst es: über die physikalischen und chemischen Grundsätze der Diätetik und der öffentlichen Gesundheitspflege, physikalische und chemische Grundsätze der Diätetik als Theil der Medizinalpolizei, medizinische Polizei, Medizinalpolizei mit Berücksichtigung der physikalischen und chemischen Grundlagen der Gesundheitslehre, öffentliche Gesundheitspflege mit besonderer Berücksichtigung der Medizinalpolizei, öffentliche Gesundheitspflege für Aerzte, Architekten und Ingenieure, dann öffentliche Gesundheitspflege und Medizinalpolizei, bis vom Sommersemester 1865 an endgültig der Name: „Vorträge über Hygiene“ auftritt.

Es ist auffallend und charakteristisch für Pettenkofer, dass er nach seiner Rückkehr von Giessen, zu einer Zeit, in der fast alle Chemiker sich mit der damaligen Hauptaufgabe der Chemie, der Ermittelung der näheren Constitution der Kohlenstoff-Verbindungen zu beschäftigen begannen, und in der in dieser Richtung die glänzendsten Entdeckungen gemacht wurden, sich an diesem Wettkampfe nicht betheiligte, obwohl er doch bei Liebig das volle Verständniss hiefür erlangt hatte; ja es wurden nicht einmal seine physiologisch-chemischen Untersuchungen fortgesetzt. In ähnlicher Weise kümmerte sich auch Robert Bunsen, nachdem er durch seine denkwürdige Untersuchung über das Kakodyl die heutige Chemie der Kohlenstoffverbindungen mit begründet hatte, sich um die weitere Ent-

wicklung derselben nicht mehr. So hat auch Pettenkofer keine einzige Arbeit in dieser Richtung ausgeführt, zunächst fast ausschliesslich nur Untersuchungen, welche eine praktische Anwendung brachten und wie die meisten früheren durch einen zufälligen Anlass an ihn herangetreten waren.

Nur einmal befasste er sich noch mit einer Aufgabe der reinen Chemie und auch da nur mit einer theoretischen Frage ohne einen chemischen Versuch anzustellen. Am 12. Januar 1850 las er in einer Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse der Akademie, in welche er (1846) noch als Münzassistent auf den Vorschlag von Fuchs, zugleich mit August Vogel und Ludwig Andreas Buchner, als ausserordentliches Mitglied aufgenommen worden war, seine gedankenreiche Abhandlung „über die regelmässigen Abstände der Aequivalentzahlen der sogenannten einfachen Radikale". Von Döbereiner war schon 1829 auf die sogenannten Triaden aufmerksam gemacht worden, auf Gruppen von drei analogen Elementen, deren Atomgewichte so beschaffen sind, dass das eine als das arithmetische Mittel aus dem der beiden anderen betrachtet werden kann. Nach Pettenkofers Beobachtung finden sich regelmässige Abstände der Aequivalentzahlen zwischen den Gliedern einzelner natürlicher Gruppen der Elemente; seine Abhandlung hat die wichtigste Anregung zur Aufstellung des sogenannten periodischen Systems der Elemente gegeben und eine dauernde Bedeutung in der Geschichte der Chemie erlangt. Es lag ihm klar vor Augen, dass der nächste Schritt der sein müsse, genaueste Bestimmungen der Aequivalentzahlen zu machen, und so stellte er in der folgenden Februarsitzung das schriftliche Ansuchen an das Präsidium der Akademie, ihm zur Bestreitung der für eine nähere Untersuchung nöthigen Ausgaben 200 Gulden zu gewähren, welches Gesuch von Fuchs als nützlich und zeitgemäss unterstützt wurde, worauf die Klasse beschloss, dasselbe empfehlend dem Präsidium zu übergeben; aber dieses vermochte der Bitte nicht zu willfahren, da hiefür keine Mittel vorhanden waren; Dank der hochherzigen Stiftung von Bürgern Münchens und anderen edlen Freunden der Wissen-

schaft, welche später Pettenkofer als Präsident der Akademie vermittelte, wäre eine solche Absage heut zu Tage nicht mehr möglich. Die Sache fand anfangs bei den Chemikern keine besondere Beachtung, zum guten Theil wohl desshalb weil sie in den wenig zugänglichen „Gelehrten Anzeigen“ der Akademie versteckt war; erst viel später erkannte man ihren grundlegenden Werth. Acht Jahre darnach veröffentlichte nämlich der berühmte französische Chemiker J. Dumas eine Abhandlung, in welcher er genau die gleichen Gedanken aussprach wie Pettenkofer, der dagegen reklamirte, indem er seine Abhandlung erneut in Liebigs Annalen der Chemie abdrucken liess. Jetzt erst fand er die allgemeine Würdigung und wurde es allseitig anerkannt, dass er sich damit ein unvergängliches Verdienst für alle Zeiten um die Chemie erworben hat; sie würde allein hinreichen, seinem Namen einen ehrenvollen Platz in der Geschichte der Chemie zu sichern. Die deutsche chemische Gesellschaft liess (1899) zum 50 jährigen Gedächtniss an die einflussreichen Betrachtungen ihres Ehrenmitgliedes über die Atomgewichte eine Medaille prägen und durch die Herren v. Baeyer, E. Fischer, van't Hoff und Königs feierlich überreichen; in Ostwalds Klassikern der exakten Wissenschaften wurde die wunderbar schön und klar geschriebene Abhandlung abermals abgedruckt. Ihre Wirkung sollte sich noch weiter erstrecken, als sich zeigte, dass auch die Eigenschaften der Elemente periodische Funktionen ihrer Atomgewichte sind, besonders als Mendelejeff solche Betrachtungen zur Bestimmung oder Correktion der Atomgewichte ungenügend bekannter Elemente und sogar zur Prognose der Eigenschaften noch unbekannter Elemente anwandte; man hat diese Vorausbestimmung fehlender und dann wirklich aufgefundener Elemente mit Leverriers Vorausberechnung des noch unentdeckten Planeten Neptun verglichen. Es ist übrigens ein Glück, dass Pettenkofer verhindert wurde sich mit den zeitraubenden Atomgewichtsbestimmungen zu befassen, er wäre wohl dann nicht zu den Untersuchungen, welche nur von ihm ausgeführt werden konnten, gekommen, während der belgische Chemiker Jean Servais Stas den grössten

Theil seines langen Lebens die Atomgewichte mit bewunderungswerther Ausdauer und unübertroffener Sorgfalt ermittelte.

In die erste Zeit von Pettenkofers Professur für medizinische Chemie fielen zwei technische Untersuchungen.

Der Architekt Leo von Klenze, der ihm seine Erfahrungen über die grösseren Vorzüge der englischen hydraulischen Kalke, besonders des Portland-Cements, vor den deutschen mitgetheilt und ihm auch eine Probe echten Portland-Cements aus England mitgebracht hatte, forderte ihn (1849) im Interesse seiner Bauten auf nach den Gründen dieser Verschiedenheit zu suchen. In der That zeigten der englische Portland-Cement und der gewöhnliche deutsche hydraulische Kalk gewisse Unterschiede, indem der erstere in Wasser in sehr kurzer Zeit zu einer gleichmässig harten Masse erhärtet, letzterer nur langsam, so dass er noch nach Monaten im Innern weich bleibt. Pettenkofer gieng um so lieber darauf ein, da von seinem Lehrer Fuchs schon 1830 durch eine Arbeit über Kalk und Mörtel die ersten Aufschlüsse über die Bedingungen des Festwerdens des Cements unter Wasser gebracht worden waren. Pettenkofer betraute zuerst seinen Schüler, den Studirenden Anton Hopfgarten aus Wien, mit der Untersuchung, welche die erste Arbeit eines Schülers aus einem naturwissenschaftlichen Laboratorium der Universität München in der damaligen Zeit war. Dann machte er sich selbst an die Aufgabe und löste das Problem der Darstellung guten hydraulischen Kalkes. Es ergab sich aus den Analysen, dass nicht der sogenannte Thongehalt des thonhaltigen Kalksteins oder des Mergels, aus dem man den hydraulischen Kalk brennt, die wesentliche Bedingung guten Cements ist, sondern vielmehr die chemische Zusammensetzung desselben. Durch das Brennen des Mergels geht, wie schon Fuchs zeigte, der kohlensaure Kalk in Aetzkalk über und durch letzteren wird der Thon aufgeschlossen, d. h. die im Thon enthaltene Kieselsäure verbindet sich mit den Alkalien, zu welchen sie in der höheren Temperatur beim Brennen eine grössere Affinität als zum Kalk besitzt. Die Kieselsäure darf nicht schon während des Brennens an

den Kalk treten, sondern erst nachher bei der Behandlung mit Wasser theilweise oder ganz mit dem Kalk zu Kalksilikat sich verbinden. Die Hitze soll eben ausreichend sein, den kohlensauren Kalk in Aetzkalk zu verwandeln und den thonigen Bestandtheil des Mergels zu schmelzen; bei zu hoher Hitze verbindet sich der Kalk schon während des Brennens mit der Kieselsäure und man erhält einen schlechten Cement. Darauf hin konnte Pettenkofer genaue Angaben über die Zeit des Brennens und den Hitzegrad bei den verschiedenen Mergeln machen, so dass er die Theorie dieses wichtigen Baumaterials zum völligen Abschluss gebracht hat und man jetzt aus den deutschen Mergeln mit grösster Sicherheit Produkte wie der kostspielige englische Portland-Cement erhalten kann. —

Daran reihte sich eine zweite technische Untersuchung über die wichtigsten Grundsätze der Bereitung und Benützung des Holzleuchtgases. Es war schon früher versucht worden Leuchtgas aus Holz herzustellen und namentlich hatte der Franzose Lebon einen kleinen Apparat zur Bereitung von Holzgas als Hausgeräth angegeben, der in holzreichen Gegenden, wo die Steinkohlen damals schwer zu beschaffen waren, die Aufmerksamkeit auf sich zog. Es vermochte sich jedoch diese Beleuchtungsart nirgends zu behaupten, vorzüglich desshalb, weil die Leuchtkraft des Holzgases allzugering war und mit dem Steinkohlengas nicht entfernt in Conkurrenz treten konnte. Der Baurath Ruland in München kam nun auf die Idee, dass harzreiches Holz vielleicht ein leuchtendes Gas geben könnte und veranlasste Pettenkofer (im Winter 1848/49) Versuche darüber anzustellen; aber auch das Holz der Zwergföhre (Pinus Pumilio) mit 25 Prozent Harz lieferte noch kein leuchtendes Gas. Da war Pettenkofer vor die Aufgabe gestellt, die Ursache zu suchen, warum das Holz kein gutes Leuchtgas giebt. Bald hatte er sie gefunden, was wohl Wenigen geglückt wäre. Es zeigte sich durch die grösstentheils von seinem talentvollen, leider zu früh verstorbenen Assistenten Dr. August Pauli, der später Robert Bunsen bei den Absorptionsversuchen der Gase Hilfe leistete, ausgeführten Gasanalysen, dass

bei der niederen Temperatur, bei welcher das Holz verkohlt und in Dämpfe zerfällt, nur Gase sich bilden, welche beim Verbrennen nicht leuchten, nur Kohlensäure, Kohlenoxydgas und Sumpfgas, jedoch keine schweren Doppelkohlenwasserstoffe. Die Steinkohle dagegen wird erst bei höherer Temperatur zersetzt und liefert dabei Gase von hohem Kohlenstoffgehalt. Wenn man also die bei der Verkohlung des Holzes entstehenden Dämpfe höher erhitzt, so erhält man mehr Gas und es treten schwere Kohlenwasserstoffe in solcher Menge und von so bedeutendem Kohlenstoffgehalt auf, dass das Holzgas sogar reicher daran ist als das Steinkohlengas. Dadurch war mit einem Schlage das Holzgas in die Reihe der leuchtfähigen Stoffe eingetreten; man hat nur noch die die Leuchtkraft beeinträchtigende Kohlensäure durch trockenes Kalkhydrat zu entfernen. Es trat dabei noch eine eigenthümliche Schwierigkeit auf, welche Pettenkofer einmal in die grösste Verlegenheit brachte. Als die Stadt Basel die Holzgasbeleuchtung einführte, war er eingeladen worden, der feierlichen Eröffnung der Anstalt und der Probebeleuchtung beizuwohnen. Aber als Alles versammelt war und das Gas entzündet wurde, leuchtete es nur ganz schwach, so dass der Akt unterbrochen werden musste. Pettenkofer verliess tief beschämt und voll schwerer Sorgen thränenden Auges die Fabrik und die Stadt. In München angekommen, eilte er vom Bahnhof ins Laboratorium, wo er noch vor 48 Stunden die Holzgasflamme zum Leuchten brachte. In Folge des höheren spezifischen Gewichtes des Holzgases ist nämlich bei ihm das Aufsteigen und Ausströmen im Brenner träger als beim Steinkohlengas, wesshalb man bei ersterem nicht einen gewöhnlichen Steinkohlengasbrenner, sondern einen Brenner mit breiterer Ausströmungsöffnung nehmen muss. Das Holzgas kam nach den lokalen Verhältnissen billiger als das Steinkohlengas und ist frei von Schwefel und Ammoniak, so dass beim Verbrennen keine schweflige Säure und keine Salpetersäure entsteht und es für zarte Farben, z. B. auf Seide, sowie für Metalle unschädlich ist. Nachdem die Sache nach den ersten Versuchen mit einem kleinen Laboratoriums-

Apparat, in dem höchstens 100 Gramm Holz auf ein Mal destillirt werden konnten, prinzipiell geordnet war, sollten die für die Ausführung im Grossen nöthigen Erfahrungen gewonnen werden; der Baurath Ruland und der Baudirektor v. Pauli bewarben sich mit Pettenkofer darum, in dem neuen Bahnhof in München auf ihre Kosten die Beleuchtung mit Holzgas einrichten zu dürfen, mit der Verpflichtung, das Gas bei gleicher Leuchtkraft noch billiger zu liefern, als man es aus der grossen für die Stadt München bestehenden Steinkohlengasfabrik bezogen hätte; von 1851 an wurde der Bahnhof mit Holzgas beleuchtet. Als die Durchführung im Grossen noch mehr Kapitalien erheischte, schlossen sich die Fabrikbesitzer Anton Riemerschmid in München und L. A. Riedinger in Augsburg an, und so wurde das Holzgas gegenüber dem Vorurtheile der gesammten wissenschaftlichen und industriellen Welt ins Leben eingeführt und ist seine Bereitung ein bedeutender brauchbarer Industriezweig geworden. Besonders durch die Mithilfe und Thätigkeit des technisch und industriell ungewöhnlich begabten Riedinger kam das Holzgas in vielen Anstalten, Fabriken und Städten zur Anwendung. Vor 40 Jahren war eine grosse Anzahl von Städten in Süddeutschland und Oesterreich-Ungarn noch mit diesem Holzgas beleuchtet. Wenn die meisten dieser Orte wieder mit Steinkohlengas beleuchtet werden, so war zu diesem Wechsel nicht etwa eine Mangelhaftigkeit des Holzgases oder ein sachlicher Vorzug des Steinkohlengases Veranlassung, sondern lediglich der im Laufe der Zeit eingetretene Wechsel im Preise des Rohmaterials. Erst als das Holz theurer und die Herbeischaffung der Steinkohlen nach Süddeutschdurch die Entwicklung der Eisenbahnen leichter wurde, musste das Holzgas weichen. Wo die Steinkohlen mehr kosten als das gleiche Gewicht Holz, ist es immer noch lohnender mit Holzgas zu beleuchten. —

Zu dieser Zeit stand der nun 33 Jahre alte Forscher schon in hohem Ansehen da, er hatte sich in der Chemie, der physiologischen Chemie sowie durch seine technischen Untersuchungen über das Platin, das Hämatinon, den Cement und das Holzgas einen überall

geachteten Namen in der Wissenschaft und Technik erworben und doch war er noch nicht zu seiner eigentlichen Lebensaufgabe gekommen; er hatte in einer Anzahl von Gebieten durch glückliche Lösung von zufällig an ihn herangetretenen Fragen Hervorragendes geleistet, aber er war noch nicht zu consequenter, sich weiter entwickelnder Forschung in einer bestimmten Richtung gelangt. Da kam 1851 eine merkwürdige Untersuchung, welche Pettenkofers Bestrebungen eine neue, bleibende Richtung geben sollte und welche der Ausgangspunkt für seine hygienischen Arbeiten geworden ist, das ist die über den Unterschied zwischen Luftheizung und Ofenheizung in ihrer Einwirkung auf die Zusammensetzung der Luft der geheizten Räume. Sie entstand durch eine Anfrage von König Max II. an den Obermedizinalausschuss; der König fühlte sich in den durch Luftheizung erwärmten Räumen der Residenz unbehaglich und er wollte erfahren, ob die Heizung mit heisser Luft ein andere Einwirkung auf die Luft der beheizten Räume äussere als die gewöhnliche Ofenheizung. Man konnte dies nicht ohne Weiteres entscheiden, man musste vorerst eingehende Erfahrungen darüber machen; der wissenschaftlich und technisch so bewanderte Pettenkofer, welcher im Jahre 1849 als chemisches Mitglied in den Ausschuss an die Stelle von Fuchs berufen worden war, war der richtige Mann dazu; ein Anderer hätte wahrscheinlich in Bälde ein gewöhnliches Gutachten darüber geschrieben, aber für ihn gab es den Anlass zu genauester experimenteller Prüfung und zu den interessantesten, allgemein wichtigen Resultaten. Er sagte sich alsbald, dass es an und für sich doch unmöglich einen Unterschied in der Zusammensetzung der Luft eines Zimmers machen könne, ob die Wärmequelle im Zimmer sich befindet oder die Wärme von ausserhalb zugeleitet wird: das erhitzte Eisen des Calorifers kann aus der Luft keinen Sauerstoff wegnehmen, auch nicht den Wasserdampf derselben zerlegen und dadurch den Wohnräumen zu trockene Luft zuführen, worüber man in den mit heisser Luft erwärmten Räumen gewöhnlich klagt. Er untersuchte zunächst den Gehalt der Luft der durch

Luftheizung erwärmten Räume an Kohlensäure und Wasser; dabei stellte sich im Gegentheil heraus, dass die aus den gemauerten Hauptkanälen in das Zimmer eintretende heisse Luft sogar wasserreicher ist wie die damit erwärmte Zimmerluft und letztere wasserreicher wie die in den Heizkanal aus dem Freien eintretende Luft. Wenn nämlich die heisse Luft die gemauerten Kanäle durchzieht, nimmt sie von den Ziegelsteinen und dem Mörtel derselben Wasser weg und so wird auch die Zimmerluft durch die Luftheizung reicher an Wasser, was man schon an dem Schwitzen der kalten Fensterscheiben wahrnimmt. Auch von den Wänden des Zimmers verdunstet durch die Erwärmung der Luft Wasser; dieses von den hygroscopischen Wandungen abgedunstete Wasser wird wieder aus der äusseren Luft ersetzt und die Gebäude führen dieses condensirte Wasser wie die Gebirge nach abwärts, wesshalb die Mauer oberhalb einer Asphaltschicht feucht wird. Darum nimmt man zur Verkleidung der Wohnungen hygroscopische Substanzen, z. B. Mörtel; das in den Wänden aufgespeicherte Wasser ist nothwendig, es muss beim Einheizen an die wasserarme kalte Winterluft abgegeben werden, sonst kommt der Organismus in eine unnatürliche zu trockene Atmosphäre. Die Luftheizung macht jedoch die Zimmerluft in anderer Weise trockener, sie bedingt nämlich einen fast fünfmal grösseren Luftwechsel in den Räumen als die Ofenheizung, wenn der Ofen ausserhalb des Zimmers gefeuert wird; sie trocknet daher in der That mehr aus, so dass die Klage über grössere Trockenheit der Luftheizung eine begründete ist, wogegen man sich durch Verdampfung von Wasser aus einer grossen Oberfläche schützen kann. — Dabei wurde Pettenkofer auf eine andere wichtige Eigenschaft der Wände unserer Wohnungen zum ersten Male aufmerksam, nämlich auf ihre Durchlässigkeit für Luft; bis dahin beschränkte man, wenn keine künstliche Ventilation stattfand, den Ort des Austausches der Luft in einem Wohnraum nur auf die Oeffnungen an den Fenstern und Thüren; nun erkannte er, dass auch durch die Wände ein Luftwechsel vor sich geht wie nach den schönen Versuchen von Graham

bei der Diffusion der Gase durch eine trockene Gypsplatte, die durch Befeuchten mit Wasser luftdicht wird. Desshalb hat der Mensch, durch sein Gefühl geleitet, zur Erbauung der Wohnungen für Luft durchdringlichen Mörtel und poröse Ziegelsteine gewählt, eiserne Wandungen wären ihm unbehaglich wie Kleidungsstücke aus Gummi; darum sind auch die Neubauten mit ihren nassen, luftdicht schliessenden Wandungen ungesund, nicht allein wegen des Wassers und der Feuchtigkeit, sondern auch wegen des luftdichten Verschlusses; auch das Kalkhydrat des Mörtels der neuen Wohnungen ist eine Quelle von Wasser, bis es soviel Kohlensäure aus der Luft der Räume aufgenommen hat, dass es zu Kalkcarbonat geworden ist. Die Poren der Wände werden von ihm mit denen unserer Oberhaut oder mit denen der Kalkschalen des Vogeleies, in dem durch Firnissen oder Oelen der junge Vogel erstickt, verglichen. Wie die Wände unserer Wohnungen müssen auch unsere Kleider für Luft durchgängig sein. Das wichtige Ergebniss dieser ersten Erkenntnisse ist für ihn die Hoffnung durch mehrere ähnliche Arbeiten den unbestimmten Ausdruck: „Salubrität der Wohnungen“ in bestimmte wissenschaftliche Vorstellungen aufzulösen.

Es war durch diese zufällig angeregten Untersuchungen eine grosse Anzahl von weiteren Fragen in ihm erweckt worden, welche die Umstände, unter denen der Mensch lebt und sich gesund erhält, betreffen: zunächst über das hygroscopische Verhalten der Stoffe, welche zur Erbauung und Verkleidung der Wohnungen angewendet werden und über die Durchlässigkeit dieser Stoffe für Luft. Die Beantwortung dieser Fragen, welche zu immer neuen Fragen führten, nahmen ihn von da an ganz in Anspruch, so dass sich daraus allmählich ein neues Wissensgebiet, das der experimentellen Hygiene, entwickelte.

Aus der Zeit seines Aufenthaltes im Laboratorium an der Universität stammen noch einige kleinere, aber bemerkenswerthe Arbeiten, welche seine Meisterschaft in der chemischen Analyse sowie im chemischen Denken erneut darthun.

Von theoretischer Bedeutung ist eine Untersuchung über den amorphen und krystallinischen Zustand eines Kupferamalgams. An einem von den Pariser Zahnärzten zur Ausfüllung cariöser Zähne gebrauchten Kupferamalgam fand er, dass dasselbe beim Erkalten nach dem Erhitzen in der ersten Zeit noch weich, plastisch und amorph ist, nach 8—10 Stunden aber hart und spröde wird und dann krystallinisch ist. Die Amalgame sind nach ihm keine chemischen Verbindungen, sondern nur Metalllegirungen, da kein stöchiometrisches Verhältniss zwischen dem Quecksilber und dem Metall besteht. Das Kupferamalgam ist ein merkwürdiges Beispiel der Uebertragung des Aggregatzustandes von einem Körper auf einen anderen, denn das flüssige Quecksilber wird dabei mit dem Kupfer fest und krystallinisch. Er weist auch auf die Wichtigkeit dieses Vorgangs für die allgemeine Chemie hin als erstes und bis dahin einziges Beispiel von Amorphismus und Krystallismus schwerer Metalle bei ein und derselben Temperatur.

Pettenkofer hatte ferner (1851) eine genaue Analyse der jod- und bromhaltigen Adelheidsquelle zu Heilbronn in Oberbayern ausgeführt. In den benachbarten Heilquellen zu Krankenheil bei Tölz waren von den verschiedenen Forschern über den Jodgehalt sehr widersprechende Angaben gemacht worden; Pettenkofer wurde desshalb (1857) als Mitglied des Obermedizinal-Ausschusses vom Ministerium beauftragt die Sache zu untersuchen. Er löste das Räthsel, indem er zeigte, dass die Differenzen nicht von einem wechselnden Gehalt des Wassers an Jod herrühren, sondern von der als Reagens angewendeten Salpetersäure, welche schon Jod als Jodsäure enthalten kann, wenn sie aus Chilisalpeter dargestellt wird. In der Quelle ist nämlich auch Schwefelwasserstoffgas vorhanden; dasselbe reduzirt aus der jodsäurehaltigen Salpetersäure Jod, das dann die Stärke bläut. Nach längerem Lagern des Wassers verschwindet das Schwefelwasserstoffgas und man erhält keine Jodreaktion mehr.

Im rohen Holzessig, der bei der Holzgasbereitung anfällt, ist in nicht unbeträchtlicher Menge ein mit Eisensalzen sich blau färbender

Stoff vorhanden, den er anfangs für Pyrogallussäure hielt, der sich aber dann als Brenzkatechusäure erwies (1854). Diese Substanz bildet sich beim Verkohlen des Holzes aus der Gerbsäure und findet sich im Destillationsrückstande des Holzessigs neben harzartigen Stoffen; man trennt sie von den letzteren durch Kochsalzlösung, welche die Säure löst; durch Schütteln der Salzlösung mit Aether löst sich die Säure auf, die man nach dem Verdampfen des Aethers durch Sublimation ganz rein in schönen Krystallen bekömmt. Nun ist es von physiologischem Interesse, dass man die Brenzkatechusäure durch trockene Destillation der Rinde und des Holzes aus der Gerbsäure gewinnen kann, aber auch nach dem Ausziehen des zerkleinerten Holzes mit Wasser, Alkohol und Alkalien aus einem Stoff, der zu der Gerbsäure in Beziehung steht. Aus dem trockenen Destillat von Stroh oder Papier erhält man keine Spur der Substanz, es ist also der die Säure liefernde Bestandtheil des Holzes in den inkrustirenden Holzsubstanzen zu suchen und steht in enger Beziehung zur Holzbildung. —

Mittlerweile war eine wichtige Aenderung in der äusseren Stellung Pettenkofers eingetreten. Nach dem im Jahre 1850 erfolgten Tode seines verehrten Onkels und Erziehers berief ihn König Max II. auf den Wunsch der Leibärzte v. Breslau und v. Gietl zum Nachfolger als Vorstand der Hofapotheke, wobei er die Dienstwohnung erhielt, in der er seine Jugendjahre zugebracht. In der Pharmazie durchgebildet, hoffte er, dass die neue Stelle ihn in seiner Thätigkeit als Lehrer und Forscher nicht hindern werde; es gelang ihm auch, die Hofapotheke zu einer Musteranstalt zu erheben und ihren Umsatz auf eine beträchtliche Höhe zu bringen.

König Max II., der die Wissenschaft liebte und ihre Bedeutung für sein Volk klar erkannte, suchte gleich nach Antritt seiner Regierung (1848) durch die Berufung hervorragender Gelehrter seine Hauptstadt München zu einer Stätte für die wissenschaftliche Forschung zu machen; er hatte auch die chemischen Briefe von Liebig gelesen und wünschte sehr diesen berühmtesten und geistreichsten Chemiker

seiner Zeit zu gewinnen. Es schien jedoch keine Aussicht dazu zu bestehen, da Liebig an dem Orte seiner grossen Wirksamkeit in Giessen bleiben wollte und wiederholt Berufungen abgelehnt hatte. Pettenkofer war mit Liebig in brieflichem Verkehr geblieben und glaubte Ursache zu haben, dass jetzt vielleicht die Gewinnung Liebigs gelingen könnte. Der König sandte (1852) Pettenkofer sofort nach Giessen, um mit Liebig zu verhandeln; er verstand die Aussichten in München und die Persönlichkeit seines Herrn so zu schildern, dass er wenigstens die Zusage Liebigs erhielt nach München zu kommen, um dem Könige persönlich zu danken; Liebig vermochte bei einer Audienz in Berg am Starnbergersee dem Zureden des Königs und der anmuthigen Königin nicht zu widerstehen und entschloss sich die Professur der Chemie in München anzunehmen. Pettenkofer schilderte später in anziehender Weise den Hergang: „wie Justus v. Liebig nach München kam". Dem damaligen Cultusminister war es unbegreiflich, warum der ausserordentliche Professor Pettenkofer das Ordinariat für Chemie nicht für sich nahm und frug ihn, was er denn nun thun wolle. Pettenkofer hat dem nach seiner Ueberzeugung für die Stelle Besseren in seltener Uneigennützigkeit Platz gemacht und antwortete dem Minister auf seine Frage, er werde sich schon ein Fach zu schaffen wissen; durch die Gewinnung Liebigs erwarb er sich ein grosses Verdienst um unsere Universität und um das wissenschaftliche Leben in unserer Stadt.

Ein Jahr darnach (1853) wurde Pettenkofer ordentlicher Professor für medizinische Chemie in der medizinischen Fakultät, und als das neue physiologische Institut im Jahre 1855 fertig gestellt war, bot ihm der damalige Vorstand, Professor v. Siebold, vier Räume in demselben als Laboratorium an, wo er mit Siebold, Bischoff, Harless und mir wirkte, bis er eine eigene würdige Arbeitsstätte erhielt. Aber wie oft hat man schon die Erfahrung gemacht, dass gerade aus den kümmerlichst eingerichteten Laboratorien unsterbliche Arbeiten hervorgegangen sind.

In die erste Zeit seines Aufenthaltes im physiologischen Institut

(1857) fällt noch eine durch Baudirektor Pauli angeregte feine Untersuchung über das Verhalten des Zinks an der Luft und über die Frage, bis zu welcher Stärke eine Zinkdecke dem Eisenblech aufzulegen ist, um letzteres nachhaltig gegen Oxydation zu schützen, und eine zweite über ein einfaches höchst sinnreiches Verfahren, die Dicke einer Verzinkung an eisernen Telegraphendrähten zu schätzen.

Unterdess war er damit beschäftigt, sich sein eigenes Fach zu schaffen.

Die Physiologen hatten wohl die physiologischen Vorgänge im Organismus, z. B. die Bedingungen der Sauerstoffaufnahme und der Kohlensäureabgabe in der Lunge und ihre Grösse untersucht, auch den Wasserverlust durch Haut und Lunge, sowie die Verhältnisse der Wärmeabgabe vom Körper; aber auf die auf ihn wirkenden Dinge ausserhalb des Organismus, auf die äusseren Umstände, unter denen die Menschen leben, achtete man so gut wie nicht: also auf die gehörige Zufuhr frischer Luft im Hause, den Einfluss der Wohnung, der Kleidung, des Bodens; es erschienen diese Dinge als alltäglich, bedeutungslos und selbstverständlich.

Nachdem Pettenkofer durch seine frühere Untersuchung (1851) auf die grosse Bedeutung des Luftwechsels in den Wohnräumen aufmerksam geworden war, gieng er (1857) daran, denselben einem eingehenderen Studium zu unterwerfen. Als ein Maass für denselben erschien ihm die Zeit, in welcher der Kohlensäuregehalt in Zimmern zu- und abnimmt. Zu diesem Zwecke musste er in kurzen Zeiträumen, alle 15 Minuten, den Kohlensäuregehalt der Zimmerluft bestimmen; dies war aber mit den bisherigen Methoden, die wohl genau genug waren, jedoch viel Zeit in Anspruch nahmen, nicht möglich. Er musste daher vorerst ein Verfahren ersinnen, welches rasch und ohne grosse Hilfsmittel auszuführen ist und doch genaue Resultate giebt. So entstand seine bekannte Methode der Kohlensäurebestimmung in der Luft, welche allgemeinen Eingang fand und zu unzähligen Versuchen verwendet wurde, und später auch zur Ermittlung der von Menschen und Thieren bei den Respirations-

versuchen ausgehauchten Kohlensäure diente. Die Luft wird dabei in geaichten Flaschen von etwa 5 Liter Rauminhalt gesammelt, die Kohlensäure durch Barytwasser absorbirt und durch Neutralisation desselben mit einer Oxalsäurelösung von bekanntem Gehalt vor und nach der Einwirkung der Kohlensäure der Gehalt der Luft an letzterer erhalten.

Mit diesem neuen Hilfsmittel ausgerüstet, zu welchem später noch ein zur Messung der Intensität der Luftströme dienendes vom Mechanikus Neumann in Paris erhaltenes Combes'sches Anemometer, das aus höchst empfindlichen Windflügeln besteht, deren Umdrehungen durch ein Uhrwerk gezählt werden, hinzukam, schritt er nun (1857) zu der Prüfung der Ventilation der Wohnungen; auch diese Untersuchung ist noch durch einen besonderen äusseren Anlass hervorgerufen worden. In dem alten im Jahre 1813 erbauten allgemeinen Krankenhause war durch den verdienten Erbauer und früheren Direktor Häberl eine von den Praktikern als ungemein wirksam gepriesene Ventilationseinrichtung eingeführt worden, welche auch in der neuen Gebäranstalt Verwendung fand. Eine Commission, aus den Herren Jolly, Alexander, Kaiser und Pettenkofer bestehend, erhielt die Aufgabe, dieselbe einer Prüfung zu unterziehen, welche ausschliesslich Pettenkofer zufiel. Die Ventilation sollte dabei durch die Temperaturdifferenz der Luft im Freien und im Inneren des Hauses bewirkt werden; die verdorbene Luft soll aus den Säälen durch Abzugsöffnungen in die Oefen und Kamine gehen und dafür frische Luft aus dem Freien durch sogenannte Luftarterien zugeführt werden. Bei der Untersuchung dieser Einrichtung mittelst Kerzenflammen zeigte sich die Luftbewegung äusserst unregelmässig, hie und da im gewünschten Sinne, aber auch Null und nicht selten sogar in verkehrter Richtung, so dass die ganze kostspielige Einrichtung als eine gänzlich unbrauchbare bezeichnet werden musste und abgesperrt wurde. Ganz köstlich wird das Verhalten des dirigirenden Arztes der Anstalt geschildert, der von seiner Ventilation die besten Erfolge gesehen haben wollte und sie im Prinzip für vortrefflich

hielt; mit allerlei verworrenen Vorstellungen sich tragend, wollte er die Oefen im ganzen Hause abändern, indem er dieses technische Objekt wie einen Patienten behandelte, dem man jedenfalls etwas verschreiben müsse, und so verordnete er die Abänderung der Oefen als kostbare Arznei; Pettenkofer sagte nach seinen Beobachtungen voraus, dass dieses theure Rezept nicht den mindesten Nutzen haben werde und die Commission überzeugte sich auch von der Erfolglosigkeit der Kur. Nicht leicht zeigt sich der Unterschied zwischen dem früher in solchen Dingen zumeist geübten Handeln nach praktischem Gutdünken und dem nach der wissenschaftlichen Erkenntniss.

Bei diesen ersten genaueren wissenschaftlichen Untersuchungen einer Ventilationseinrichtung wurde die Ueberzeugung gewonnen, dass die Bewegung der Luft in einem Hause ein höchst complizirtes, erst durch fortgesetzte Studien zugängliches Phänomen sei. Pettenkofer wurde daher auf Veranlassung des Klinikers Pfeufer nach Paris zum Studium der dortigen Ventilationseinrichtungen gesandt (1856). Im Anfang der vierziger Jahre war in England und Frankreich der Anfang gemacht worden, an Stelle der Fensterlüftung für geschlossene Räume die künstliche Luftzufuhr zu setzen. Bei dem Bau des Zellengefängnisses von Mazas (1843) machten die Naturforscher Andral, Boussingault, Dumas und Péclet den Versuch durch einen Ventilationskanal reine Luft zuzuführen, namentlich war in dem 1848 erbauten grossen Spitale La Riboisière zu Paris zum ersten Male eine durch mechanische Kraft erzeugte künstliche Ventilation mit grossem Aufwand von Mitteln durchgeführt worden, auch im Spital Beaujon, und Dr. Grassi hatte daselbst als Erster die für die Hygiene so wichtige Aufgabe der Ventilation im Sinne der objektiven Naturforschung in Angriff genommen. Pettenkofer nahm die Gelegenheit in Paris wahr, die Wirkung einer Anzahl solcher Einrichtungen ebenfalls zu prüfen.

Die Beobachtungen in München und Paris führten Pettenkofer zu einer wichtigen grundlegenden Besprechung (1858) der allgemeinen Fragen über den natürlichen Luftwechsel in den Gebäuden und der

Grundsätze der künstlichen Ventilation; es ist eine ganz gewaltige Darlegung, voll von neuen Gedanken, in der die quantitative Bestimmung der Grösse der Ventilation eingeführt und die Prinzipien derselben für alle Zeiten festgestellt wurden.

Man versteht bekanntlich unter natürlicher oder unter künstlicher Ventilation den nöthigen Luftwechsel in einem geschlossenen Raum, wobei wir Windstille über unseren ganzen Körper haben d. i. bei einer Geschwindigkeit der Luft nicht über $^1/_2$ Meter in der Sekunde. Ventilation ist nicht Zug; Zug ist eine einseitige vermehrte Abkühlung des Körpers durch einseitiges Anblasen der Luft.

Ueber und um uns eilt im Freien ununterbrochen ein Luftstrom dahin, dessen Geschwindigkeit den reissendsten Gebirgsbach weit überholt; für gewöhnlich sehen wir ihn nicht, kaum dass wir ihn fühlen. Wir leben in diesem Strom Luft wie die Fische im Wasser; mit nichts auf der Erde steht unser Organismus in so beständigem Verkehr. Bei völliger Windstille beträgt seine Geschwindigkeit immer noch 0.7 Meter in der Sekunde, erst bei 1.3 Meter empfinden es die Nerven, die mittlere Geschwindigkeit in München ist 3 Meter; die Luftmenge, welche an einem aufrecht stehenden Manne im Freien heranströmt, ist 36000 mal grösser als die von ihm ausgeathmete Luft.

Unsere Wohnung darf uns von diesem Strom der äusseren Luft nicht abschliessen, die Wände sollen die Strömung nur verlangsamen und die Wirkung der äusseren Luft mässigen und zwar um das 3000 fache. Es darf durch die Mauern kein Zug fühlbar sein, was eintritt, wenn die Bewegung der Luft einen halben Meter in der Sekunde übersteigt.

Das nächste Bedürfniss war, einen Maassstab für die Verunreinigung der Luft in bewohnten Räumen zu gewinnen.

Pettenkofer frägt zuerst, wann wir die Luft eines Wohnzimmers gut und rein heissen und antwortet darauf, wir heissen sie dann gut, wenn bei Handhabung der grössten Reinlichkeit die durch das Athmen von Menschen erzeugte Kohlensäure nicht mehr als 1 pro mille, d. h. auf 1000 Volum Luft 1 Volum Kohlensäure, beträgt. Die

Kohlensäure ist für ihn nicht das Schädliche, sie ist ihm nur ein Maassstab für die übrigen durch die Bewohner abgegebenen flüchtigen organischen Stoffe, die uns die Luft nicht mehr behaglich machen, für die man aber kein einfaches Mittel der Bestimmung besitzt. Die Ventilation soll also nur gegen die Folgen der von dem Menschen durch Lunge und Haut gelieferten Produkte gerichtet sein und nicht gegen andere Unreinlichkeiten. Das einfache und genaue Verfahren Pettenkofers ist fast ausschliesslich in Gebrauch geblieben trotz mancher Versuche in anderer Weise den Grad der Verunreinigung der Luft in Wohnräumen zu bestimmen.

In den bewohnten Räumen findet sich in Folge der von ihm erkannten Porosität der Wände und anderer Spalten eine natürliche Ventilation oder ein freiwilliger Luftwechsel. Indem er zusieht, wie in einer Zimmerluft bei geschlossenen Thüren und Fenstern und Verschluss der zufälligen Oeffnungen mit geleimtem Papier und Kleister, die durch Verbrennung von Holzkohle oder besser aus doppelkohlensaurem Natron mittelst Schwefelsäure entwickelte Kohlensäure allmählich abnimmt, erhielt er die Elemente der Rechnung für die Grösse des in dem Zimmer stattgefundenen Luftwechsels, nach der von seinem Freunde, dem Mathematiker Ludwig Seidel angegebenen Formel, zu 22—95 Cubikmeter = 60 Cubikmeter im Mittel in 1 Stunde. Wenn aber die Luft in einem Raum beim Athmen von Menschen gut bleiben soll, muss man das 200 fache Volum der von einem Menschen in jedem Zeitmomente ausgeathmeten Luft an frischer Luft zuführen; da nun ein Mensch in 1 Stunde etwa 300 Liter Luft mit 12 Liter Kohlensäure ausathmet, so bedarf man zu obigem Zweck in 1 Stunde 60 Cubikmeter (= 60000 Liter) frische Luft; in Frankreich ist man auf anderem Wege zu der gleich hohen Zahl gelangt. Die freiwillige Ventilation deckt demnach einen beträchtlichen Theil, ja unter Umständen den ganzen Bedarf an Luft in einem bewohnten Raum; sie geschieht nicht durch einen Austausch der Gase Innen und Aussen, nicht durch sogenannte Diffusion, sondern stets durch eine Ortsveränderung der Luftmassen durch einen einseitigen Druck.

Es ist wichtig alle Umstände kennen zu lernen, welche auf den natürlichen Luftwechsel in den Wohnräumen durch die Mauern vermehrend oder vermindernd einwirken.

Von dem grössten Einfluss darauf ist die Temperaturdifferenz im Zimmer und im Freien. Durch einen im Winter von Innen geheizten Ofen wird der natürliche Luftwechsel grösser; dieser Zug ist zwar für einen einzelnen Menschen noch von wesentlicher Bedeutung, so dass für gewöhnlich dabei eine künstliche Kraft zur Bewegung der Luft so gut wie entbehrlich ist; für eine grössere Anzahl von Menschen sinkt jedoch sein Werth zur Bedeutungslosigkeit herab. Der Arme, der an den kalten Wintertagen kein Holz zum Einheizen besitzt, friert daher nicht nur, sondern lebt auch wegen des Mangels der Temperaturdifferenz in einem schlecht ventilirten Wohnraum mit verderbter Luft. Im Sommer können wir leicht durch Oeffnen eines Fensters helfen, aber es ist zu dieser Jahreszeit das Oeffnen während eines halben Tages wegen der geringen Temperaturdifferenz Innen und Aussen erst so wirksam wie im Winter während einer halben Stunde.

Ferner ist die Geschwindigkeit der Luft im Freien von Einfluss auf die natürliche Ventilation; es ist bekannt, dass wir bei kaltem und windigem Wetter mehr einheizen müssen.

Dann ist der Grad der Porosität des Baumateriales von Einfluss, worauf er schon früher (1851) aufmerksam geworden war und worüber er nun die sinnreichsten Versuche anstellte. Er zeigte die Durchlässigkeit von Mörtel, Ziegelsteinen und Holz für Luft auf das Augenfälligste; wenn er dieselben an vier Seiten mit Wachs überzog und an den zwei freigebliebenen Flächen Metallplatten, die in der Mitte ein Rohrstück tragen, luftdicht ansetzte, so war es ihm zur Ueberraschung Aller leicht, Luft mittelst des einen Rohrs durch den Ziegelstein, ja durch die ganze Mauer zu blasen, ein Kerzenlicht auszulöschen oder die Luftblasen durch das zweite in Wasser gesteckte Rohr austreten zu sehen. Diese Porosität, welche den natürlichen Luftwechsel in unseren Wohnräumen bedingt, ist so bedeutend,

dass jeder leichte Windstoss durch die Mauer hindurch nachweisbar ist und dass bei grösserer Intensität empfindliche Leute den Zug durch die Wand spüren. Jede Benetzung mit Wasser hemmt durch die Verschliessung der Poren den Durchtritt der Luft, wodurch sich zum Theil, wie vorher schon erwähnt wurde, die schlimme Wirkung nasser Wände erklärt; aber auch bei sorgfältigem Bestreichen der Mauer mit Wachs gehen immer noch 40 Prozent der eingeblasenen Luft durch das Wachs hindurch, was darthut, dass auch ein Oelanstrich keinen Verschluss der Wand hervorbringt.

In welchen Fällen wird nun eine künstliche Ventilation neben der natürlichen nothwendig? Dann, sagt Pettenkofer, wenn trotz der natürlichen Ventilation, also im Winter in geheizten Zimmern bei geschlossenen Fenstern und Thüren und im Sommer bei nach Bedürfniss geöffneten Fenstern, der Kohlensäuregehalt durch das Athmen von Menschen auf 1 pro mille steigt. Er hat zu diesem Zwecke eine Unzahl von Bestimmungen des Kohlensäuregehalts bewohnter Räume gemacht: in Räumen, wo mehrere Personen athmeten, ohne dass die Luft beengend gefühlt wurde, in der übelriechenden Luft eines Saales des Gebärhauses, in dem gefüllten Hörsaale Liebigs, in Bierkneipen mit Tabacksqualm etc. In Wohnräumen mit starker Bevölkerung wird die Grenze öfters erreicht und überschritten, so dass die natürliche Ventilation nicht ausreicht. Es kommt also wesentlich darauf an, ob die Räume nur kürzere oder längere Zeit bewohnt werden; für kürzere Zeit wird ja wohl der schädliche Einfluss einer Luft selbst mit 2 bis 5 pro mille nicht gross sein, aber ein längerer Aufenthalt in schlechter Zimmerluft — in Wohn- und Schlafsäälen, Krankensäälen, Kasernen, Gefängnissen — wird ebenso nachtheilig sein, wie ein Aufenthalt in guter reiner Luft zuträglich ist. Besonders der Luft in den Schulen schenkte er seine Aufmerksamkeit: es zeigte sich z. B., dass in den nicht ventilirten Zimmern des neuen Schulhauses am Glockenbach bis zu 4 pro mille Kohlensäure waren, in den ventilirten Zimmern nur 1.5 pro mille. In eindringlichen, beredten Worten wird der Werth einer guten

Luft in den Wohnräumen geschildert; eine Luft, in der sich grössere Mengen von Ausdünstungsstoffen durch den Geruch verrathen, und die uns anwidert, könne nicht gesund sein; die Erziehung und Ausbildung des leiblichen Gemeingefühls der Völker wäre für das körperliche Wohl ebenfalls von Wichtigkeit. Er ist auf das Lebendigste überzeugt, dass die Gesundheit der Jugend wesentlich gestärkt würde, wenn die Luft in den Schulen, in denen die Kinder fast den fünften Theil des Tages verbringen, nicht mehr als 1 pro mille Kohlensäure enthielte. Dienen die Räume zu längerem Aufenthalt und werden sie von vielen Menschen bewohnt, dann tritt der Nachtheil hervor; die Verminderung der Anzahl der Bewohner eines Hauses ist ihm äquivalent einer Raumvermehrung oder Lüftung; daraus ergiebt sich auch der hygienische Werth einer geräumigen Wohnung. Er ist nicht der Meinung, dass die schlechte Luft direkt krank macht wie Gift, sondern die Widerstandsfähigkeit des Körpers gegen jede Art von krankmachenden Agentien herabstimmt und schwächt, und so zur Quelle vieler chronischer Leiden wird. In solchen Fällen also, wo die natürliche Ventilation nicht ausreicht, muss die künstliche eintreten; noch immer wird gegen diese klaren Grundsätze gefehlt, die künstliche Ventilation unterlassen, wo sie nöthig ist, und eingeführt, wo sie entbehrt werden kann.

Es mag hier noch bemerkt werden, dass Pettenkofer sich vielfach mit der Luftverderbniss durch Heizungs- und Beleuchtungsanlagen beschäftigte, sowie mehrere seiner Schüler zu Arbeiten in dieser Richtung bestimmte; auch wurde von einer Anzahl seiner Schüler die Wirkung von hygienisch und technisch wichtigen Gasen, z. B. der schwefligen Säure, des Schwefelwasserstoffgases etc. untersucht.

Nun werden noch eingehend die bisherigen Methoden der künstlichen Ventilation besprochen und auf die vielen irrigen Vorstellungen hingewiesen, denen die Praktiker ohne die theoretischen Kenntnisse sich häufig über den Luftwechsel bei Anlagen von Ventilationsapparaten, Luftzügen und Feuerungen hingaben und dadurch Fehler verursachten, so dass sich die meisten dieser Anlagen bei

näherer Prüfung als ungenügend und unwirksam erwiesen. Pettenkofer war es, der zuerst durch sorgfältige Versuche die Bedingungen erforschte, welche mit dem Luftwechsel und der Ventilation zusammenhängen, und die Grundlage für das Verständniss dieser Vorgänge legte.

Man gieng früher von der irrigen Meinung aus, die Wohnungen schlössen uns bei geschlossenen Thüren und Fenstern von der Atmosphäre ab, da man die freiwillige Ventilation nicht kannte. Die eingehende Untersuchung künstlicher Ventilationseinrichtungen zeigte, wie häufig auf den zufälligen Wegen sich viel mehr Luft bewegt, als auf den durch die künstliche Ventilation vorgeschriebenen; nicht selten kömmt die Luft durch die zur Wegführung bestimmten Kanäle herein, ohne dass ein anderer Abfluss vorhanden ist, als durch die Poren der Wand und durch die Fensterspalten; er konnte in Paris dem Dr. Grassi zu dessen Erstaunen darthun, dass manchmal auf den bestimmten Zuströmungswegen viel weniger Luft hereintritt, als durch die Abzugsöffnungen austritt. Wegen der Porosität der Wandungen braucht nicht ein bestimmtes Verhältniss in den Oeffnungen für die Zuströmung und Abströmung der Luft zu sein; man kann durch mechanische Kraft die nothwendige Menge frischer Luft eintreiben, ohne dass für die Wegführung der verbrauchten Luft besondere Kanäle da sind, es genügt für letztere jede ins Freie mündende Oeffnung. — Um zu entscheiden, wo man am besten die Luft aus einem Raum wegnimmt, wird von ihm geprüft, ob die schlechte Luft sich an bestimmten Stellen eines Zimmers befindet und entgegen der gewöhnlichen Vorstellung, nach der die schwerere Kohlensäure am Boden sich ansammeln soll, erfahren, dass die Luft in den Zimmern durch die Wärme rasch gleichmässig gemischt wird. In einer besonderen Untersuchung (1873) wird dies bestätiget an der Marienquelle in Marienbad, wo trotz der reichlichsten Entwicklung von Kohlensäuregas schon 145 Centimeter über dem Wasserspiegel in Folge der enormen Geschwindigkeit der Diffusion sich nicht $^1/_2$ Prozent Kohlensäure in der Luft findet. Die Respirationsgase des Menschen vermischen sich also alsbald mit der Luft des Zimmers

und würden in Verdünnung wieder eingeathmet, wenn dem Zimmer nicht beständig auf irgend welche Weise frische Luft zugeführt würde; im Freien wird die ausgeathmete Luft durch die Luftbewegung rasch fortgeführt. — Ueber die Ursache des Zugs in den Essen und Kaminen haben die Praktiker ebenfalls ganz falsche Vorstellungen gehabt: Die Kamine saugen die Luft nicht, wie man gewöhnlich meint, wie ein Vakuum an und die warme Luft steigt in ihnen nicht als leichtere auf, es wird vielmehr umgekehrt eine Säule leichterer warmer Luft von der auf ihr lastenden schweren kälteren Luft im Freien in die Höhe getrieben wie Oel durch Wasser. Gewisse Kamine ziehen nicht mehr, wenn von oben die Sonne hineinscheint, weil über der warmen Rauchsäule im Kamin eine noch wärmere Luftschicht liegt.

Als Motor für die künstliche Ventilation ist demnach die Temperaturdifferenz der äusseren Luft und der Luft der Wohnräume, wie beim Häberlsystem, wegen seiner unregelmässigen Leistung völlig überflüssig; derselbe besitzt keinen höheren Werth wie die freiwillige Ventilation. Zugkamine von gehöriger Höhe und Weite mit Feuerung wirken auch nicht regelmässig, denn sie wechseln mit jeder Schwankung der inneren und äusseren Temperatur und man hat es bei ihnen nicht in der Gewalt, auf welchen Wegen man die frische Luft zuführen will; sie eignen sich daher für Räume bei fortgesetztem Aufenthalt wie Krankenhäusern, Gefängnissen, Kasernen etc. nur wenig und sie sind wegen der beständigen Feuerung theuer. Die Feuerung und die Ventilation müssen von einander getrennt werden, sie haben nichts mit einander zu thun. Pettenkofer hielt daher schon damals die mechanische Kraft einer Maschine zum Eintreiben oder Ansaugen eines Luftstroms für das vollkommenste und auch billigste Mittel der künstlichen Ventilation, namentlich bei weiterer Ausbildung der Technik; er gab dem Eintreiben der Luft den Vorzug vor dem Ansaugen, wobei keine eigenen Kanäle für den Abzug der Luft nöthig sind; jetzt gebraucht man neben dem Drücken ein schwächeres Saugen, um der Luftbewegung eine bestimmte Richtung zu geben. —

Die Untersuchungen über den Luftwechsel in den Wohnungen führten ihn zu weiteren Beobachtungen und Betrachtungen über die hygienischen Funktionen des Hauses, mit dem wir uns umgeben, das er wie eine Glocke über ein Stück Erde gestürzt ansieht.

In hohem Grade wichtig dafür ist das eigenthümliche Verhalten der Mauer zum Wasser und dessen Einfluss auf die Gesundheit. Die nassen Wände beeinträchtigen nicht nur die Ventilation, sondern sie bedingen auch Störungen in der Wärmeökonomie unseres Körpers und veranlassen Erkältungskrankheiten, indem sie einseitig abkühlend wirken durch grössere Wärmeleitung und durch Verdunstungskälte. Das in beträchtlicher Menge in einem Neubau vorhandene Wasser muss verdunsten; beim Bau eines gewöhnlichen Hauses kommen allein zum Benetzen der Steine und zum Anmachen des Mörtels 83500 Liter Wasser zur Verwendung, zu deren Verdunstung im Mittel 34 Millionen Cubikmeter Luft nöthig sind. — Scheinbar trockene Neubauten werden beim Beziehen wieder feucht, es entstehen an den Wänden feuchte dunkle Flecken. Man meinte fälschlich, dieses sichtbare Wasser werde aus den Wänden durch das Bewohnen erst frei gemacht und zwar durch die Wirkung der Kohlensäure des Athems auf das in dem Mörtel der Wand vorhandene Kalkhydrat, dessen Hydratwasser bei der Verbindung zu kohlensaurem Kalk frei werde; aber Kalkhydrat wird durch Liegen in kohlensäurehaltiger Zimmerluft und Uebergang in kohlensauren Kalk niemals sichtbar feucht, denn das Freiwerden des Hydratwassers ändert das Volum nicht und füllt also auch nicht die mit Luft erfüllten Poren der Wand aus. Die nassen Flecken entstehen vielmehr durch Niederschlagen von Wasser aus der mit Wasserdampf gesättigten Luft des Zimmers an der kalten Wand, namentlich beim Einheizen, so dass die vorher mit Luft gefüllten Poren der trockenen Wandfläche sich wieder mit Wasser füllen, wodurch die Stellen in Folge der Aenderung der Lichtbrechung dunkel erscheinen. Darum sind nach Norden gelegene, nicht von der Sonne beschienene kältere Lokalitäten feuchter, besonders wenn sie nicht geheizt werden. Nur poröses Baumaterial kann

trockene Wohnungen geben, da nur eine poröse Wand Wasser auch nach Aussen ins Freie verdunstet.

Um den Grad der Feuchtigkeit einer Wohnung zu ermitteln, d. h. ob sie ohne Schädigung der Gesundheit zu beziehen sei, reicht man mit dem sogenannten praktischen Blick und mit subjektivem Ermessen nicht aus; das Fehlen von nassen Flecken entscheidet auch nicht, denn die inneren Wände können an der Oberfläche trocken erscheinen und die Mauer doch noch viel Wasser enthalten; auch das Befühlen der Wände, ob sie unserer Hand kälter oder wärmer erscheinen, ist nur eine ungewisse Schätzung; selbst die Ermittlung des Wassergehaltes eines Mörtelstückchens ist nicht sicher, weil dieser an verschiedenen Stellen verschieden ist. Das Sicherste schien ihm zu sein, zu sehen, wieviel Wasser in einer bestimmten Zeit an eine noch nicht mit Wasserdampf gesättigte Luft abgegeben wird, durch Untersuchung mit dem Hygrometer vor und nach dem Einheizen.

Das Austrocknen einer Wohnung kann nur durch Heizen und Lüften geschehen; Entwicklung von Kohlensäure durch Verbrennen von Kohle nützt nach dem Gesagten nur wenig. Schüler Pettenkofers haben seine Untersuchungen über die sanitäre Bedeutung der Baumaterialien fortgesetzt und erweitert.

So hat die „süss und liebenswerthe“ Wand ihr eigenes Leben, eine besondere complizirte Physiologie wie unsere Haut. —

Von der uns umgebenden Wohnung kam Pettenkofer zu der genaueren Prüfung der Bedeutung der uns näher umschliessenden Kleidung, von der er schon in seiner ersten Abhandlung über Luft- und Ofenheizung (1851) die Durchlässigkeit für Luft ebenso wie für die Mauern der Wohnung verlangt hatte. In zwei weiteren gedankenreichen Abhandlungen vom Jahre 1857 und 1865 sind seine Experimente und Anschauungen hierüber niedergelegt.

Die Kleidung ist wohl bis dahin vielfach Gegenstand sittlicher, kulturhistorischer, nationalökonomischer, industrieller und merkantiler Betrachtungen gewesen, aber mit ihrem Hauptzweck, ihrer naturwissenschaftlichen Funktion, hat man sich fast gar nicht beschäftiget,

obwohl wir uns Alle derselben bedienen. Zwar sind am Ende des 18. Jahrhundert von unserem früheren Mitgliede, Benjamin Thomson Grafen von Rumford, dem man viele grundlegende physikalische Arbeiten und Anregungen verdankt, auch einzelne Versuche über die Wärmeleitungsfähigkeit der Kleider mit seinem Thermoscop angestellt worden, aber Pettenkofer hat doch zuerst consequente Versuche über das physikalische Verhalten der Kleider überhaupt vorgenommen.

Wie die Wohnung mässiget die Kleidung den Einfluss der Atmosphäre und macht es dem Menschen möglich in den verschiedensten Breitegraden der Erde, in kalten und heissen Zonen, zu leben. Die Kleider haben, wie man längst weiss, die physiologische Funktion, den Abfluss der Wärme von unserem Körper zu regeln, aber man wusste so gut wie nichts über die Wärmeleitungsfähigkeit, das Wärmestrahlungsvermögen, über die Luftdurchlässigkeit, die hygroscopische Beschaffenheit und die Wasserabgabe der verschiedenen Kleidungsstoffe: der Schafwolle, der Seide, der Leinwand, der Baumwolle, des Leders. Durch die Bedeckung der nerven- und gefässreichen Haut mit Kleidern hindern wir die direkte Abgabe der Wärme und verringern den Luftwechsel über die ganze Körperoberfläche; es wird also durch sie ein geringerer Wärmeverlust durch Leitung, Strahlung und Wasserverdunstung hervorgerufen.

Die Wärme, welche von der nackten Körperoberfläche nicht weiter benützt abgegeben wird, wird von den meist aus schlechten Wärmeleitern bestehenden Kleidungsstoffen aufgenommen, und geht dann erst von diesen nach Aussen weg. Je nach der Beschaffenheit der Zeuge, je nach ihrer Wärmeleitungsfähigkeit und Masse, wandert die Wärme scheller oder langsamer durch und verweilt also kürzere oder längere Zeit in der Luftschicht an unserer Haut; schon der dünnste Schleier hält wärmer, ähnlich wie ein Wolkenschleier durch Verminderung der Ausstrahlung die Reifbildung hindert. Auch die Form und das Volum eines Stoffes bestimmt den Wärmeverlust vom Körper: platt gedrückte Watte steigert die Abgabe der Wärme durch die Verkleinerung des Volums; die gleichen Mengen der Stoffe kleiden

uns sehr verschieden warm, je nachdem sie gespannter oder lockerer sind; wir frieren im Winter in engen Schuhen und Handschuhen. Mit der von den Kleidern aufgenommenen und zurückgehaltenen Wärme heizen wir die durch die Zeuge hindurch wechselnde, unsere Haut unmittelbar umgebende Luft auf 24—30°. Wollen wir die Wärme recht langsam aus der Nähe unserer Körpertheile entlassen, dann decken wir noch weitere Kleiderschichten, Mäntel etc. auf. Das mittlere Gewicht der Kleidung eines Mannes beträgt im Winter 6—7 Kilo, im Sommer nur 2.5—3 Kilo.

Die Kleider sind also wie ein Ofen, der durch die Abhitze unseres Körpers geheizt wird, damit er die über unsere Körperoberfläche sich bewegende Luft heizt. Wir haben von dieser Wärmeentziehung auch in der Winterkälte keine Empfindung von Frost, weil sich die Nerven unserer Haut nicht in die Kleider fortsetzen; wir verlegen durch die Bekleidung den Ort der Ausgleichung von Wärme und Kälte von unserer empfindsamen Haut weg in ein fühlloses Stück Zeug; die Kleider werden kalt, sie frieren für uns.

Wie die Kleider wirken die Haare und Federn der Thiere. Der Pelz des Thieres nimmt die Wärme ebenfalls von der Haut auf und giebt sie an die zwischen den feinen Härchen strömende Luft ab; eine stärkere äussere Kälte dringt bei Windstille nicht weit in den Pelz ein, nur bei Wind wird die Kälte empfindlich. Die Haare strahlen keine Wärme aus, sobald ihre Spitzen die gleiche Temperatur wie die äussere Umgebung haben; auch die Verdunstung sinkt auf ein Minimum herab, da bei — 20° die Bildung von Wasserdampf aufhört. Die äussere wechselnde Temperatur ändert daher bei einem Thier mit dichtem Pelz nur die Breite der warmen und kalten Zonen der Luft im Pelz, es wird nur der Ort des Ausgleiches verrückt zwischen den Wurzeln und den Spitzen der Haare, und das Thier wird im Sommer trotz des Pelzes nicht wärmer wie im Winter.

Pettenkofer erörtert auch die Frage, wie weit wir die Regulirung des Wärmeabflusses durch die Kleidung vornehmen lassen sollen und wie weit wir sie den Einrichtungen unseres Körpers

überlassen, uns also gegen die Kälte abhärten sollen; er überlässt die Beantwortung dieser verwickelten Frage der Zukunft und meint nur, man solle die Körpereinrichtungen nicht zu stark in Anspruch nehmen.

Die Wärmeabgabe von den Kleidern wird complizirt durch die eigenthümlichen hygroscopischen Eigenschaften der Kleidungsstoffe, wodurch sie Wasser aus der Luft condensiren und bald mehr bald weniger Wasser enthalten, womit sich dann die Wärmeleitung und die Wärmecapazität ändert. Jedermann weiss, dass die Kleider bei kalter und feuchter Luft die Wärme besser leiten und uns kälter erscheinen, wie bei bei kalter und trockener Luft und dass wir in nassen Kleidern frieren und uns leicht erkälten. Die Zeuge verhalten sich in dieser Beziehung sehr verschieden. Pettenkofer brachte zwei gleich grosse Stücke getrockneter Leinwand und Flanell in verschieden temperirte Luft und entnahm aus der Aenderung des Gewichts das von ihnen hygroscopisch aufgenommene Wasser; es zeigte sich, dass die Schafwolle dabei nochmal so viel Wasser aufnimmt als die Leinwand; die letztere nimmt das hygroscopische Wasser aber rascher auf und verliert es schneller wieder; auch nach dem Benetzen der Zeuge mit Wasser trocknet die Leinwand schneller als die Wolle, wesshalb man sich in nasser Leinwand leichter erkältet als in nasser Wolle; Leinwand und Seide erhalten den Körper kühl und trocken und nehmen Wärme und Wasser besser von der Haut weg als Wolle. Er konnte durch ein einfaches Experiment nachweisen, dass die Leinwand dabei nicht nur wegen der besseren Wärmeleitung kälter erscheint, sondern wirklich kälter ist; wenn man ein horizontales Glasrohr, von welchem vertikal eine enge, in eine gefärbte Flüssigkeit eintauchende Röhre abgeht, mit nasser Leinwand oder Flanell umhüllt, so steigt die Flüssigkeit in der Röhre bei ersterer schneller und höher als bei letzterem.

Die Zeuge müssen wie die Mauern Luft durchlassen; sie verhalten sich jedoch in dieser Beziehung sehr verschieden. Luftdichte Zeuge sind, namentlich bei körperlicher Bewegung, auf die Dauer

unerträglich. Unser Leib muss von einer beständig wechselnden Luftschicht umgeben sein, es könnte sonst kein Wasser von der Haut verdunsten. Schon die Abgabe der Wärme von dem Körper veranlasst einen aussen an ihm aufsteigenden Luftstrom wie an einem geheizten Ofen; dieser Luftstrom lässt sich leicht durch ein zwischen Oberrock und Weste gehaltenes Anemometer erkennen. Die in den Kleidern und auf der Oberfläche unseres Körpers befindliche Luft nimmt aber auch an der äusseren Luftbewegung Antheil. Die gewöhnliche Vorstellung von ruhenden warm haltenden Luftschichten in den Maschen der Kleider ist ein Irrthum. Die Kleider sollen wie die Wohnung den über uns hinziehenden Luftstrom nur so weit verlangsamen und mässigen, dass unsere Nerven die Luftbewegung nicht mehr empfinden. Wir befinden uns in unseren Kleidern, wie wenn wir nackt in windstiller freier Atmosphäre von einer Temperatur von 24—30° wären.

Bezüglich des Warmhaltens kommt es durchaus nicht auf das Abhalten der Luft, wie man gewöhnlich meint, sondern auf andere Eigenschaften der Zeuge, ihre Wärmeleitungsfähigkeit etc. an. Um dies darzuthun, ermittelte Pettenkofer die Durchlässigkeit verschiedener Zeuge für Luft, indem er über Glasröhrchen von gleichem Querschnitt die Zeuge zog und zusah, wieviel Luft, durch eine Gasuhr gemessen, in gleichen Zeiten und bei dem gleichen Druck eines Gasometers durch dieselben entweicht; da zeigte sich die höchst überraschende Thatsache, dass gerade jene Stoffe, in die wir uns am wärmsten kleiden, der Luft am leichtesten den Durchgang gestatten; z. B. lässt der so warmhaltende Flanell fast nochmal so viel Luft durch als die kühlere mittelfeine Leinwand. Ein Kleid kann also luftig und doch warm sein; nasse Leinwand schliesst fast luftdicht ab und ist kalt.

Das Bett ist ihm nicht nur ein Lager, sondern ein Kleidungsstück, unser Schlafkleid; es muss also auch luftig und warm sein; wir wärmen mit unserem Körper zunächst das Bett und dieses wärmt die in ihm von unten nach oben strömende Luft. Die Schichten des

Bettes müssen mächtiger sein als die der Kleider, weil im Schlaf weniger Wärme erzeugt wird und beim horizontalen Liegen mehr Wärme durch den aufsteigenden Luftstrom verloren geht.

Die Schüler Pettenkofers haben in mancher Beziehung seine Arbeiten über die Eigenschaften der Kleider fortgesetzt, insbesondere ist es dem talentvollen Rubner gelungen durch ausgezeichnete Versuche die Lehren Pettenkofers zu ergänzen und zu erweitern.

Die Kleider haben nach Allem dem im Wesentlichen eine physiologische Bedeutung: sie sind wie die Wohnung die Waffen, mit denen der Mensch gegen die Atmosphäre ankämpft; die Form der Kleidung oder die Mode darf nie die Herrschaft über den Zweck derselben erringen. Es steht zu hoffen, dass bei noch besserer Einsicht in die physiologische Funktion sich allmählich auch die richtigen äusseren Formen entwickeln werden. —

Bei der Betrachtung der Funktion der Wohnung und der Kleidung kam Pettenkofer vielfach auch auf den für unser Wohlergehen so ungemein wichtigen Prozess der Entwärmung des Körpers zu sprechen. Während in der Physiologie im Allgemeinen die Wärmeabgabe durch Leitung, Strahlung und Wasserverdunstung nach den bekannten physikalischen Gesetzen erörtert wird, bringt der Hygieniker Pettenkofer den Einfluss von allerlei äusseren Bedingungen auf diesen Vorgang, wobei Dinge, welche Jeder tausend Mal erlebt, aber nur wenig beachtet hat, in ihrer Bedeutung zur Sprache kommen und erklärt werden. Nicht nur der gebildete Laie, sondern auch der mit der Physiologie Vertraute wird diesen Darlegungen mit dem grössten Interesse folgen und zu neuen Gedanken über die Modalitäten des Abflusses der Körperwärme angeregt werden. Wir erfahren, dass es uns in einem noch nicht ausgeheizten Zimmer trotz richtiger Temperatur der Zimmerluft fröstelt, und zwar wegen der beträchtlichen Wärmeabgabe von unserem Körper an die noch nicht erwärmten kalten Mauern; dass es uns in einem gedrängt vollen Saal bei normaler Temperatur der Luft doch heiss wird in Folge der Beschränkung der Wärmeabgabe von unserem Körper durch die

warmen Nachbarn. Wir hören ferner von der Wirkung der Bewegung der Luft; im Freien wird mehr Wärme als im Zimmer von uns weggenommen, namentlich durch Leitung, weil im Freien die Luft im Mittel sich mit einer Geschwindigkeit von 3 Metern in der Sekunde über uns hinbewegt; das Fächeln mit einem Fächer wirkt bei ruhiger und warmer Luft durch die Bewegung der Luft und den dadurch hervorgerufenen grösseren Wärmeverlust durch Leitung und Wasserverdunstung; vor einem Gewitter erscheint uns die warme ruhige Luft schwül, beim ersten Windstoss wird es uns trotz unveränderter Temperatur erträglicher. Der Schatten ist kühl, nicht nur dadurch, dass die durch ihn bedeckte Fläche nicht so hoch erwärmt wird, sondern auch weil die Luft durch die Temperaturdifferenz gegenüber den von der Sonne beschienenen Stellen in Bewegung sich befindet. Im heissen Klima verliert man zur heissen und feuchten Jahreszeit nur wenig Wärme und es bleibt ausser den Bädern, welche bei gleicher Temperatur wie in der Luft wegen der besseren Wärmeleitungsfähigkeit des Wassers, trotz der dabei herabgesetzten Strahlung und Verdunstung, den Körper abkühlen, nur die Wirkung des Schattens und der Luftbewegung durch den Fächer übrig. —

Die Beobachtungen über die Bedeutung des Bodens bei der Choleraepidemie des Jahres 1854 veranlassten Pettenkofer auch die Verhältnisse des Bodens, namentlich in seinen Beziehungen zur Luft näher zu untersuchen. Man stellt sich für gewöhnlich vor, die Luft höre an dem festen Erdboden, auf dem wir stehen, auf. Wie in die Wohnung und in die Kleider dringt jedoch auch in den Boden die Luft ein durch die Porosität der Erdoberfläche; der Boden ist eine Mischung von Erde, Luft und Wasser. Um den Luftgehalt des Bodens zu demonstriren, machte er die sinnreichsten Versuche: er füllte in ein ein Liter haltiges Gefäss Kies ein und verdrängte dann durch Eingiessen von Wasser aus einem Litergefäss die Luft bis die Kiesschicht mit Wasser gefüllt war; der Kies enthält mehr als ein Drittel seines Volums Luft; in gleicher Weise wurden zusammenhängende Steine, die wir Felsen nennen, geprüft: der Sandstein des

Felsens von Malta, den man auch als Filter zum Filtriren von Wasser gebraucht, besteht darnach zur Hälfte aus Luft. Auch feuchter Boden ist für Luft immer noch durchgängig, erst an der Grenzlinie des Grundwassers hört der Luftgehalt auf; selbst gefrorener Boden ist nicht undurchdringlich für Luft, da durch das Eis die Poren nicht enger werden als durch das flüssige Wasser.

Die Luft im Boden lässt ebenfalls einen Wechsel zu: in einem unten und oben durch eine Kiesschicht abgeschlossenen einen Liter Luft enthaltenden Glascylinder lebt ein kleiner Vogel fort. Die Luft im Boden nimmt auch an der Bewegung der äusseren Luft Theil; füllt man einen hohen Glascylinder mit Kies, senkt bis auf den Boden desselben eine Glasröhre, an welcher oben ein mit einer gefärbten Flüssigkeit beschicktes Manometer angebracht ist, so sieht man bei jedem Blasen auf die Kiesoberfläche eine Bewegung der Flüssigkeitssäule des Manometers. Es wird also die Luft im Boden durch Windstösse, durch Temperaturdifferenzen und durch Diffusion in Bewegung versetzt.

Diese Luftdurchlässigkeit des Bodens bedingt die Verwesung organischer Substanzen in demselben, was sich besonders bei den Begräbnissplätzen deutlich zeigt. Ueber dieselben hat Pettenkofer (1865) höchst interessante und wichtige Beobachtungen gemacht; er unterschied schärfer, als dies früher geschehen war, die Verwesungs- und die Fäulnissvorgänge. Die Verwesung ist ein langsamer oder schneller Uebergang der Organismen in unorganische Stoffe durch den Sauerstoff der Bodenluft; die Fäulniss ist ein durch niedere Organismen veranlasster Zersetzungsprozess organischer Substanzen auch bei Abschluss der Luft oder des Sauerstoffs. Am schnellsten werden die Leichen verzehrt bei Zutritt von Luft und Wasser; in einem porösen Geröllboden geht daher die Verwesung schnell vor sich, in compaktem Lehmboden nur langsam. Es giebt Begräbnissplätze, in denen die Leichen in 6—7 Jahren verwest sind, in anderen währt es 25—30 Jahre; darnach richtet sich der Begräbnissturnus. Pettenkofer suchte die Ansicht zu begründen, dass

ein richtig angelegter Friedhof, bei ausreichender Drainage und Ventilation des Bodens und bei entsprechendem Betrieb, keine Gefahren für die Gesundheit der Anwohner hervorruft, was allerdings mit seinen sonstigen Anschauungen von der möglichsten Reinhaltung des Bodens in Widerspruch zu stehen scheint. Er hat aber berechnet, dass die Menge der Leichensubstanz, auf ein bestimmtes Areal und bei einer gewissen Zeit des Betriebs sowie bei einer angenommenen Quantität des Grundwassers, so gering ist, dass dadurch weder der Boden noch das Grundwasser oder die Bodenluft verunreiniget wird.

Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, dass der wechselnde Luft- und Wassergehalt der verschiedenen Bodenarten auf das Leben der niederen Organismen in ihm, auch auf die krank machenden, von Einfluss ist.

Die Permeabilität des Bodens und der Grundmauern der Häuser wird durch die merkwürdigen von Pettenkofer genau untersuchten Bewegungen des ausgeströmten Leuchtgases im Boden illustrirt. Wenn auch in den Häusern keine Gasleitungen sich befinden, kann doch das aus einem Rohrriss ausströmende Gas durch den Strassenkörper, die Grundmauern, die Kellergewölbe und die Zimmerböden hindurchdringen und Leuchtgasvergiftungen hervorbringen. Solche Unglücksfälle ereignen sich fast nur im Winter und es geht das Gas vorzüglich in die geheizten warmen Wohnzimmer, die wie gut ziehende Schornsteine wirken; es ist nicht der gefrorene Boden, welcher das Gas nicht aus dem Strassenboden, sondern in den nicht gefrorenen Grund der Häuser entweichen lässt, da der gefrorene Boden, wie schon bemerkt, nicht luftdicht abschliesst.

Pettenkofer entnahm aus seinen Beobachtungen über die Cholera, dass im Boden eine der Bedingungen dieser Krankheit steckt. Um über solche Prozesse etwas zu erfahren, untersuchte er seit 1871 die Grundluft in München auf ihren Gehalt an Kohlensäure, indem er aus verschiedenen Tiefen über dem Grundwasser ($^2/_3$ bis 4 Meter) durch in den Boden versenkte Bleiröhren mittelst eines Aspirators

die Luft aufsaugte und durch Barytwasser die Kohlensäure derselben wegnahm. Dabei ergaben sich ganz merkwürdige Resultate. Zunächst ersah man, dass das Aufsaugen der Luft aus dem Boden keinen grösseren Widerstand setzt wie aus freier Luft, die Luft im Boden ist also äusserst beweglich. In einem vegetationslosen Geröllboden wächst mit der Entfernung von der Oberfläche die Menge der Kohlensäure und es findet sich darin mehr wie in den schlechtest ventilirten Wohnräumen; in der Tiefe von $1\frac{1}{2}$ Meter ist fast das ganze Jahr hindurch weniger Kohlensäure wie in der Tiefe von 4 Metern, und nur im Juni und Juli kehrt sich das Verhältniss für kurze Zeit um, indem hier in den oberen Schichten mehr Kohlensäure wie in den unteren enthalten ist; vom Juli an beginnt in den unteren Schichten, offenbar unter dem Einfluss der Wärme, ein bedeutendes Steigen der Kohlensäure, im September und Oktober nimmt sie in beiden Schichten beträchtlich ab. Bei der Erörterung der Ursachen dieser auffallenden Erscheinungen, welche auf lebhafte organische Prozesse im Boden hinweisen, wird gezeigt, dass die Kohlensäure nicht von der Humusschicht an der Oberfläche herrühren kann, weil oben dieses Gas gewöhnlich in geringster Menge angetroffen wird; die Kohlensäure nimmt mit dem Annähern an das Grundwasser zu und könnte also von letzterem abgedunstet sein, was aber nicht möglich ist, da an zwei Monaten die oberen, vom Grundwasser entfernteren Schichten mehr Kohlensäure enthalten und der Kohlensäuregehalt der Grundluft viel höher ist als der des Grundwassers; es blieb daher nichts anderes übrig, als anzunehmen, dass die Kohlensäure aus Zersetzungs- oder Lebensprozessen organischer Substanzen im Boden abstammt, die dann der Grundluft und in geringer Menge dem Grundwasser mitgetheilt wird. Das Verhalten des Bodens zu Luft und Wasser wurde von einigen Schülern Pettenkofers noch weiter verfolgt.

Wenn die Kohlensäure der Grundluft wirklich von verwesenden organischen Stoffen herrührt, dann darf die Luft eines vegetationslosen Bodens nicht mehr Kohlensäure als die atmosphärische Luft

enthalten; Pettenkofer ergriff daher gerne die Gelegenheit, Herrn v. Zittel, der (1874) die Rohlfs'sche Expedition in die Libysche Wüste mitmachte, zu bitten, ihm Proben der Luft ober und unter der Bodenoberfläche mitzubringen; Herr v. Zittel entsprach der Bitte und da stellte sich bei der Analyse der Luftproben heraus, dass es wirklich so war wie vorausgesetzt wurde.

Leider lässt sich der Kohlensäuregehalt der Grundluft nicht als ein zuverlässiger Maassstab für die Bodenverunreinigung ansehen; derselbe wird nämlich noch von anderen Umständen beeinflusst.

Das dem Boden entstammende Trinkwasser erregte selbstverständlich die Aufmerksamkeit Pettenkofers. Er liess von seinen Schülern A. Wagner und L. Aubry fortlaufende Analysen des früheren Münchener Trinkwassers auf seinen Gehalt an festen Theilen, an organischen Stoffen und an Stickstoff ausführen, um seine Verunreinigung zu verfolgen, wovon nachher noch die Rede sein wird. Hier soll nur erwähnt werden, dass Pettenkofer (1860) eine Methode der Bestimmung der Kohlensäure im Trinkwasser mittelst Kalkwasser ersann, und auch nachwies, dass in dem aus der Kalkformation stammenden Münchener Trinkwasser trotz seines Wohlgeschmacks gar keine freie Kohlensäure, sondern nur doppelkohlensaurer Kalk vorkömmt. Er gab ferner (1875) ein einfaches Reagens zur Unterscheidung der freien Kohlensäure im Trinkwasser von der an Basen gebundenen an; die durch Einwirkung von Schwefelsäure auf Carbolsäure und Oxalsäure entstehende Rosolsäure wird durch kohlensaure und doppelkohlensaure Alkalien und alkalische Erden intensiv roth gefärbt, die durch Aetzbaryt bis zur eben beginnenden Röthung gefärbte Säure aber durch freie Kohlensäure entfärbt. —

Jetzt habe ich über zwei höchst bedeutsame, nicht dem hygienischen Gebiet zugehörige Untersuchungen Pettenkofers zu berichten. Die erste ist die über den Gaswechsel an Hunden und Menschen mit seinem Respirationsapparate. Durch die Erfindung dieses Apparates hat er der Physiologie ein ganz besonders werthvolles Geschenk gemacht. Nachdem ich nachgewiesen hatte, dass der Stickstoff der

im Thierkörper zersetzten stickstoffhaltigen Stoffe ausschliesslich im Harn und Koth ausgeschieden wird, war es durch Bestimmung dieses Stickstoffs möglich den Umsatz des stickstoffhaltigen Eiweisses festzustellen, und ich habe dies unter den verschiedensten Umständen gethan. Da erschien es von höchstem Werthe auch den Umsatz der stickstofffreien Stoffe, des Fettes und der Kohlehydrate, zu erfahren, wozu die durch die Lunge und die Haut entfernten gasförmigen Stoffe, die Kohlensäure und das Wasser, gewogen werden mussten. Die zur damaligen Zeit vorliegenden Respirationsversuche an Thieren giengen ausschliesslich darauf hinaus, die Gesetze des Gaswechsels kennen zu lernen, speciell die Aufnahme des Sauerstoffs und die Abgabe der Kohlensäure; diese Bestimmungen haben ja für den angegebenen Zweck die wichtigsten Resultate ergeben, besonders die berühmten Untersuchungen der französischen Forscher Regnault und Reiset, aber Niemand wusste, aus welchen Stoffen des Organismus die Kohlensäure stammte und welche Stoffe durch den Sauerstoff oxydirt wurden. Ich sprach häufig mit meinem Freunde Pettenkofer, dessen Laboratorium damals im physiologischen Institut sich befand, darüber, und seinem technischen Talent gelang es, einen dazu geeigneten Apparat zu ersinnen und herzustellen. Es können nur Thiere dazu dienen, an welchen auch der Eiweissumsatz zu ermitteln ist; ich glaubte nach meinen damaligen Erfahrungen, es seien nur grössere Thiere, namentlich Hunde von 25—30 Kilo Gewicht, dazu tauglich; Pettenkofer wünschte seiner hygienischen Bestrebungen halber, den Apparat auch für den Menschen eingerichtet zu sehen. So entstand der grosse Apparat, für dessen Herstellung Seine Majestät der König Max II., auf ein Gutachten Liebigs hin, 7000 Gulden aus eigenen Mitteln grossmüthigst anwies.

Anscheinend unüberwindliche Schwierigkeiten mussten besiegt, die sinnreichsten Vorrichtungen erfunden werden, um schliesslich allen Anforderungen zu genügen. Der Versuch soll 24 Stunden und länger vor sich gehen können; die Thiere und Menschen sollten

unter den gewohnten natürlichen Verhältnissen athmen, in einem gut ventilirten grösseren Raume, aus welchem die durch das Athmen verdorbene Luft entfernt und dem frische Luft zugeführt wird. Dazu war für grössere Thiere und den Menschen eine Ventilation von 200 000 bis 500 000 Liter Luft im Tag nothwendig. Es erwies sich bald als unmöglich, solche Luftmengen auf ihre Bestandtheile genau zu untersuchen und so kam Pettenkofer darauf, nur einen allzeit gleich bleibenden kleinen Bruchtheil zu prüfen und aus diesem auf die ganze Menge zu rechnen, so wie er es in der Münzanstalt gelernt hatte, in welcher von den jährlich vielen Zehntausenden von Kilogrammen legierten Silbers und Goldes kaum ein Hunderttausendstel untersucht oder probirt wird und trotzdem im Ganzen nicht um $^1/_{10}$ Prozent fehlen. Eine Dampfmaschine besorgt die Ventilation, kleine in Quecksilber gehende Saugpumpen mit selbstthätigen Quecksilberventilen nehmen den aliquoten Theil zur Untersuchung heraus; eine grosse Gasuhr misst den Hauptluftstrom, kleine Gasuhren die Luftmenge der Proben. In der in den Athemraum eintretenden und in der aus ihm austretenden Luft werden Kohlensäure und Wasser bestimmt; es sind also Differenzbestimmungen, durch welche die constanten Fehler sich ausgleichen; der Sauerstoffverbrauch wird wie bei der Elementaranalyse gerechnet. Zum ersten Male bei solchen Versuchen wurden Controlbestimmungen über den Grad der Genauigkeit der Angaben gemacht und zwar mit brennenden Kerzen von bekannter Zusammensetzung, welche so viel Kohlensäure und Wasser liefern wie ein Thier oder ein Mensch beim Athmen; daraus ergab sich die Genauigkeit der Angaben des complicirten Apparates für Kohlensäure und Wasser, die auf weniger als 1 Prozent wieder erhalten wurden. Von besonderer Tragweite war die Einführung der nassen Gasuhr des genialen Engländers Samuel Clegg zu genauen Messungen grosser Gasvolumina für wissenschaftliche Zwecke; auch klärte er die vorher wenig verstandene Ursache der Bewegung der Messtrommel auf und gab eine genaue Aichung des Instruments an. Ich habe später als es gelang auch

an kleineren Thieren (kleinen Hunden, Katzen und Kaninchen) den Harn zur Ermittelung des Eiweissumsatzes vollständig zu sammeln, einen Apparat der Art in kleinerem Maassstabe gebaut. Zur Bestimmung der Gesammtzersetzung während längerer Zeit ist der Pettenkofer'sche Apparat von keinem anderen erreicht; die meisten nach anderem Prinzip eingerichteten, so brauchbar für gewisse Zwecke sie auch sind, lassen nur während kurzer Zeit den Gaswechsel untersuchen und erlauben also keine kontinuirliche Bestimmung während 24 Stunden, auch athmen dabei die Thiere zumeist in störenden Kautschukmasken mit Ventilen. Wir bewundern bei jedem Versuche erneut die Uebereinstimmung der mit dem Apparat unter gleichen Bedingungen erhaltenen Resultate.

Pettenkofer und ich haben uns zu den Untersuchungen mit dem Apparate verbunden und zehn Jahre intensiver freudiger Arbeit mit einander verlebt. Unsere Versuche an Hunden und an Menschen waren die ersten, bei welchen der Gesammtumsatz im thierischen Organismus ermittelt wurde. Es ist unmöglich auf die erhaltenen Resultate näher einzugehen; es sollen nur die hauptsächlichsten erwähnt werden. Man kann sich aber wohl denken, welche Empfindungen wir hatten, als sich nach und nach vor unserem Auge ein Bild der merkwürdigen Stoffwechselvorgänge im Körper enthüllte und eine Fülle von neuen Thatsachen uns bekannt wurden. Wir fanden, dass beim Hunger im Wesentlichen nur Eiweiss und Fett zerstört wird, denn es wird dabei ebensoviel Sauerstoff in den Körper aufgenommen als zur Verbrennung des aus der Stickstoff- und Kohlenstoff-Ausscheidung berechneten Eiweiss- und Fett-Umsatzes nöthig ist. Der fleischfressende Hund vermag sich ausschliesslich mit Eiweiss auf seinem stofflichen Bestande an Eiweiss und Fett zu erhalten, indem bei diesem Bilanz-Versuch sich alle Elemente der Einnahmen genau in den Ausgaben wieder vorfinden. Ueber die Bedeutung der stickstofffreien Stoffe der Nahrung, nämlich des Fettes und der Kohlehydrate, erhielten wir mannigfache Aufschlüsse: mit Fett und Kohlehydraten allein wird der Verlust von Fett vom Körper aufgehoben, jedoch

braucht man zu diesem Zweck von den Kohlehydraten wesentlich mehr wie von dem Fett; wenn der Körper bei mittleren Mengen von Eiweiss allein noch Eiweiss und Fett abgiebt, so erhält sich das Thier bei Zusatz von Fett oder Kohlehydraten auf seiner Zusammensetzung, während es ohne die stickstofffreien Stoffe zu dem gleichen Erfolg sehr beträchtliche Mengen von Eiweiss braucht. Giebt man zu der grossen Quantität von Eiweiss, welche den Körper auf seinem stofflichen Bestand völlig erhält, noch Fett dazu, dann wird dieses Fett nicht zersetzt, sondern alles am Körper abgelagert. Die Muskelarbeit des Menschen bedingt, wenn die Nahrung eine ausreichende ist, keinen grösseren Verbrauch an Eiweiss, wohl aber an stickstofffreien Stoffen; bei der Ruhe, besonders im tiefen Schlafe nach einem Tage anstrengender Thätigkeit, wird weniger Fett zerstört. Bei sehr grossen Gaben von Eiweiss haben wir in zwei Versuchen an den beiden ersten Tagen zwar allen Stickstoff des Eiweisses in den Ausscheidungen wieder aufgefunden, aber nicht allen Kohlenstoff, es fehlten täglich 42 Gramm, die im Körper zurückgeblieben sind; wir deuteten diesen Befund so, dass dieser Kohlenstoff in aus dem Eiweiss entstandenen Fett aufgespeichert worden ist; auch bei Berücksichtigung des Fettgehaltes des verfütterten Fleisches bleibt unsere Deutung bestehen. Die für die Sauerstoffaufnahme erhaltenen Zahlen führten uns zu der Vorstellung, dass der Sauerstoff nicht die nächste Ursache für die Zersetzungen im Körper ist, wie man bis dahin seit Lavoisier und Liebig allgemein angenommen hatte; wäre dies so gewesen, dann hätten die Stoffe im Organismus wie ausserhalb desselben nach ihrer Verwandtschaft zum Sauerstoff verbrennen müssen d. h. am leichtesten das Fett, dann die Kohlehydrate und am schwierigsten das Eiweiss, während im Organismus am leichtesten und in grösster Menge das Eiweiss in seine nächsten Componenten gespalten wird, dann die Kohlehydrate und am schwierigsten das Fett. Unter sonst gleichen äusseren Verhältnissen ist der Sauerstoffverbrauch in den weitesten Grenzen schwankend, nur durch die verschiedene Qualität und Quantität der zugeführten Nahrungsstoffe bedingt: reich-

liche Eiweisszufuhr bewirkt eine grössere Sauerstoffaufnahme ohne dass dabei mehr Fett im Körper angegriffen wird, die Zufuhr des ausserhalb so leicht verbrennlichen Fettes ändert jedoch an der Sauerstoffaufnahme nichts. Der Eiweissumsatz ist nicht direkt vom Sauerstoff abhängig, da dieser Umsatz durch die Muskelarbeit nicht beeinflusst wird, obwohl dabei die doppelte Menge Sauerstoff zur Verbrennung von Fett aufgenommen wird. Die Fette und Kohlehydrate ersetzen sich nicht in den Mengen, in denen sie gleiche Mengen von Sauerstoff zur Verbrennung brauchen, sondern, wie später durch die Versuche Rubners bewiesen wurde, in bestimmten Fällen in den Mengen, in welchen sie gleiche Mengen von Wärme liefern.

Auch an kranken Menschen, bei welchen wir Aenderungen der Zersetzungen voraussetzen durften, haben wir die ersten Versuche über den Gesammtstoffwechsel angestellt. Aus den bei einem an hochgradiger Zuckerharnruhr Leidenden erhaltenen Zahlen habe ich später geschlossen, dass alle Veränderungen der Stoffzersetzung bei dieser Krankheit erklärt werden können aus der Ausscheidung der grossen Zuckermenge im Harn; in Folge derselben wird mehr Eiweiss zerstört und auch mehr Fett, da dieses für den durch die Zuckerausscheidung erlittenen Ausfall eintreten muss; die Sauerstoffaufnahme und die Kohlensäure-Ausscheidung des Diabetikers ist desshalb die gleiche wie die eines Gesunden von dem nämlichen Körpergewicht. — Bei einem an Leukämie Erkrankten, bei welchem die Zahl der weissen Blutkörperchen enorm vermehrt und die der rothen, den Sauerstoff aufnehmenden Blutkörperchen in gleichem Grade vermindert war, zeigte sich keine geringere Aufnahme von Sauerstoff und keine geringere Zersetzung wie bei einem normalen Menschen bei der nämlichen Nahrung, woraus wir entnahmen, dass auch eine abnorm kleine Zahl der rothen Blutkörperchen durch compensirende Einrichtungen ebensoviel Sauerstoff in den Körper zu befördern vermag als eine normale Menge derselben.

Mit dem grossen Pettenkofer'schen Respirations-Apparate und dem nach dessen Muster von mir hergestellten kleineren wurden

später noch viele Versuche gemacht; sie gaben die Grundlage, auf welcher der Ausbau der Lehre von der Ernährung weiter geführt werden konnte. —

Ein erhebliches Verdienst hat sich Pettenkofer erworben durch seine Betheiligung bei der Herstellung des Fleischextraktes im Grossen. Das Fleischextrakt ist schon längst bekannt und in Anwendung, wie namentlich Dr. H. Bremer in einer Studie nachgewiesen hat, besonders aber durch die Empfehlung von Proust und Parmentier (1821) für Kranke und Verwundete. Liebig war es dann, der in seiner berühmten Abhandlung über die Bestandtheile des Fleisches (1847) auf die Rinderheerden von Südamerika zur wohlfeilen Gewinnung des Extraktes aufmerksam machte. Pettenkofer rieth damals seinem Onkel an, das Extrakt in der Hofapotheke zu bereiten und seine Aufnahme in die bayerische Pharmakopöe zu bewirken. Daraufhin wurde in der Hofapotheke jahrelang das Extrakt für den pharmazeutischen Kleinbetrieb hergestellt und mannigfache Erfahrungen dabei gesammelt. Nach der Uebersiedlung Liebigs nach München machte ihn Pettenkofer mit der Sache bekannt und bat ihn in Dankbarkeit ihm zu erlauben das Produkt der Hofapotheke „Liebigs Fleischextrakt" nennen zu dürfen. Im Jahre 1862 kam der thatkräftige Ingenieur Giebert aus Brasilien, der Liebigs chemische Briefe gelesen hatte, nach München zu Liebig, um mit ihm über seinen Plan, in Fray Bentos in Südamerika eine Fleischextrakt-Fabrik zu errichten, zu sprechen. Liebig verwies ihn an Pettenkofer, welcher Giebert mit der Herstellung in der Hofapotheke bekannt machte, woraufhin Giebert das Unternehmen wagte. Liebig und Pettenkofer besprachen bis ins Einzelnste die zweckmässigste Darstellungsweise im Grossen und liessen der Sache jede Förderung angedeihen; so hat sich die Liebigs Fleischextrakt-Compagnie (1864) entwickelt, die zuerst das Extrakt in grösstem Maassstabe, nach den von Liebig und Pettenkofer gegebenen Vorschriften, darstellte und jetzt täglich 1500 Rinder durchschnittlich schlachtet. Liebig lieh der Fabrik, wie früher der Hofapotheke, seinen Namen unter der Bedingung, dass das Extrakt unter seiner

und Pettenkofers fortwährender Controle stehe, wozu er eine Methode zur Prüfung der richtigen Zusammensetzung und Bereitung angab. Das Fleischextrakt ist nichts Anderes als zur Syrupsconsistenz eingedickte reinste Fleischbrühe; diese ist ein uraltes, längst und viel gebrauchtes Mittel und ihre guten Wirkungen bei der Ernährung des Menschen aus tausendjähriger Erfahrung bekannt und erprobt, so dass man nicht versteht, wie irgend Jemand an seinem hohen Werthe zu zweifeln vermag. In einer schön geschriebenen Abhandlung „über Nahrung und Fleischextrakt" sprach sich Pettenkofer über die Bedeutung des Fleischextrakts aus. —

Während der intensiven Beschäftigung mit den Stoffwechselarbeiten im Anfang der sechziger Jahre fiel Pettenkofer eine davon völlig verschiedene Aufgabe zu, nämlich die der Auffindung der Ursachen des Verderbens der Oelbilder und der Mittel zu ihrer Wiederherstellung; er löste sie, wie Alles was er in seine Hand nahm, in kurzer Zeit mit unübertroffenem Geschick und grösstem Scharfsinn. Diese Leistung der Regeneration der Oelgemälde ist wohl eine seiner glänzendsten und folgenreichsten Thaten.

Bekanntlich hatte der Kunstschriftsteller Friedrich Pecht (1863) in Zeitungen ein ebenso strenges als gerechtes Strafgericht gegen die Conservirung und die Conservatoren unserer Gemäldesammlungen gehalten. Diese Anklagen konnten nicht unbeachtet hingenommen werden; das Kultusministerium setzte daher eine Kommission aus Künstlern und den Naturforschern Pettenkofer und Radlkofer zur Prüfung der Angelegenheit ein: dieselbe sollte untersuchen, woher der sogenannte Schimmel auf den Oelgemälden in den Galerien komme und wie ihm abzuhelfen sei. Pettenkofer war anfangs gar nicht geneigt in die Kommission einzutreten, denn er hielt sich für ein ganz überflüssiges Mitglied, da er vom Schimmel und ähnlichen Dingen gar nichts verstehe; er meinte die Jahrhunderte alte Praxis müsste längst festgestellt haben, was in einer so einfachen Sache überhaupt festzustellen sei. Aber man liess ihn nicht los und zwar mit Recht, hatte man ja doch schon zu oft erfahren, wie findig er

sei. Und als der Botaniker Radlkofer erklärte, es wären an dem weissen Ueberzug der Gemälde keine Schimmelpflanzen zu entdecken, da fieng Pettenkofer an sich dafür zu interessiren, wobei er alsbald erkannte, dass die gesammte hier in Betracht kommende Technik auf roher Empirie und vielfach auf falschen Voraussetzungen beruht. Die Bilderärzte hatten sich nämlich nach dem äusseren Anschein allerlei Vorstellungen gemacht ohne die Sache näher zu untersuchen; sie waren in der naturwissenschaftlichen Lösung von Fragen der Art völlig unbewandert, trauten sich aber nichtsdestoweniger ein competentes Urtheil zu; sie meinten, es läge auf den Bildern eine abgestorbene, ganz veränderte Masse, und es gäbe verschiedene Bilderkrankheiten, eine Ultramarinkrankheit und andere Fälle von Erkrankungen, die man kuriren müsse. Pettenkofer glaubte anfangs, die Substanz der Farbstoffe habe durch ungünstige Einflüsse der Witterung und der Lokale Veränderungen erlitten. Er untersuchte daher die „abgestorbene Masse“ an trüb gewordenen werthlosen Bildern; er kratzte den trüben Firniss ab und da zeigte sich die darunter liegende Substanz in den meisten Fällen nicht abgestorben, ja sie enthielt, ebenso wie der Firniss, noch die nämlichen Stoffe wie die frischen Farben und Firnisse. Es waren nur physikalische Veränderungen, zumeist nur in dem Firnissüberzug über den Farben der Gemälde vor sich gegangen, wodurch die Lichtstrahlen nicht mehr durchgelassen wurden.

Er studirte nun genau die Oelfarben und ihre Veränderungen. Man nimmt als Bindemittel für die Farbstoffe trocknende Oele, welche unter Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft trocknen ohne ihr Volumen zu ändern; die so getrocknete Oelfarbe geht nun mit der Zeit weitere Veränderungen ein, weniger am Farbstoff als am Oel. Die Farben, welche zum Anmachen wenig Oel bedürfen, halten sich länger. Die Veränderung besteht in einer Verminderung des Volums unter fortwährender Sauerstoffaufnahme aus der Luft, wodurch die Farbmasse hart und spröde wird; die Theile verlieren ihren physikalischen Zusammenhang, sie bekommen Risse und werden dunkel.

Um nach Auftragung der Oelfarbe die Zwischenräume zwischen den Farbstofftheilchen auszufüllen, trägt man einen Firniss auf, gewöhnlich einen Harzfirniss. Derselbe verändert sich auch mit der Zeit, er wird undurchsichtig oder blind; anfangs kann man durch erneutes Firnissen die Trübung wieder beheben, zuletzt aber nicht mehr und die Restauratoren waren genöthiget den trüben Firniss abzunehmen.

Es frägt sich, was ist die Ursache dieser Veränderung? Die Beobachtung, dass die Gemälde in der alten Pinakothek besser conservirt waren wie die in der Schleissheimer Galerie, liess ihn bald die wesentlichste Ursache der Trübung erkennen, nämlich in der Einwirkung des Wassergehalts der atmosphärischen Luft auf die Oberfläche der Bilder. Sind die Bilder kälter als die Luft, dann schlägt sich auf ihnen Wasser aus der Luft in Tröpfchen nieder, so dass das Wasser herunterläuft und sogar Eiskrusten bildet. Verdunstet dieses Wasser wieder, so tritt eine Molekülarveränderung in den Firnissen ein und sie verlieren allmählich ihren physikalischen Zusammenhang; die dadurch entstehenden feinen Risse füllen sich mit Luft, wodurch die Theile undurchsichtig werden wie bei fein gepulvertem Glas. Da wo kein Wasser sich ansetzt z. B. unter dem Rahmen sind die Bilder noch wie neu, ebenso an Stellen, wo auf der Rückseite Papier aufgeklebt ist. Durch öfteres Beschlagenlassen mit Wasser vermochte er dem entsprechend ganz neue Bilder in kurzer Zeit so trübe zu machen wie alte; es ist dieselbe Veränderung, die man an gefirnissten Tischplatten wahrnimmt, wenn Wasser auf ihnen verdunstet, wo auch weisse undurchsichtige Flecken entstehen.

Pettenkofer glaubte jetzt seine Aufgabe als naturwissenschaftliches Mitglied der Commission durch das Auffinden der Ursache der Veränderung der Bilder erfüllt zu haben; aber als er in freudigster Stimmung der Commission seinen Erfolg zeigte, machte dies auf sie gar keinen Eindruck: sie wollte, dass er die trüben Gemälde wieder klar mache, so wie einen Patienten, der geheilt sein will, die beste Diagnose nicht befriediget.

Um dem Schaden abzuhelfen, mussten die Continuitätsstörungen des Firnisses wieder ausgeglichen und der unterbrochene Zusammenhang wieder hergestellt werden. Er fand, dass dies möglich ist und der undurchsichtig gewordene Firnissüberzug wieder klar wird durch Anwendung von Alkoholdämpfe haltiger Luft: die trüben Harzfirnisse über den Bildern nehmen aus dieser Luft Weingeist auf, werden weich und die zuvor getrennten Theilchen verbinden sich wieder, der Firniss wird klar. Damit war sein Regenerationsverfahren im Gegensatz zur Restauration gefunden. Die trübsten Bilder wurden wieder so leuchtend als ob sie eben aus dem Pinsel des Malers hervorgegangen wären.

Es muss noch bemerkt werden, dass das Verfahren nur bei trüben Harzfirnissen Erfolg hat, nicht bei Oelfirnissen, bei welchen er als Heilmittel die Ammoniakseife des Copaivabalsams fand, welche an der Luft unter Verflüchtigung des Ammoniaks zu klarem Copaivabalsam wird. Diesen langsam trocknenden Balsam wendete er dann auch zur Conservirung der Oelgemälde an, da er die moleküläre Trennung sehr verzögert.

Durch seine Beobachtungen war auch zugleich das Mittel gefunden, die Krankheit möglichst zu verhüten: man muss das Niederschlagen von Wasser auf den Bildern unmöglich machen, was am besten durch richtiges Heizen der Galerien geschieht.

Manchmal ist allerdings am Bild durch die Zeit so viel verdorben, dass die Veränderungen auch den Farbkörper in den tieferen Schichten ergriffen haben und nicht nur das Medium, durch welches wir die Farben sehen; dann hilft das Regenerationsverfahren nicht. Aber es werden dabei durch die völlig gefahrlose Regeneration häufig die unglaublichen unreparirbaren Schäden und Urkundenfälschungen aufgedeckt, welche die Bilderärzte angerichtet haben, sowie die vielfachen, oft sinnlosen Uebermalungen, so dass wir nicht mehr die Bildwerke der grossen Meister, sondern die Einbildungen und Willkürcopien der pfuschenden Restauratoren vor uns haben, die schon die werthvollsten Schätze der Kunst verdorben haben.

Nach dem Ausspruche von Pecht haben die Restauratoren mehr alte Meisterwerke zu Grunde gerichtet als die Zeit.

Das Regenerationsverfahren ist die Wiederherstellung des molekülaren Zusammenhangs ohne Firnissabnahme, ohne Putzen, bei prinzipiellem Ausschluss aller fetten Oele zum Nähren, ja ohne Berührung des Gemäldes. Die Trennung der Begriffe: Regeneration und Restauration ist zu einem Markstein geworden, von dem an die Originalität der Kunstwerke nicht weiter alterirt zu werden braucht. Die Regeneration ist mehr eine hygienische Maassregel als eine klinische, sie ist die Grundlage jeder Restauration und hat bei richtiger Anwendung der Kunst unendlich genützt und schon viele werthvolle Bilder vor dem völligen Verderben gerettet.

Trotz der so klar liegenden Bedeutung der Regeneration erfuhr Pettenkofer doch viele Anfeindungen von solchen, welche sein Verfahren nicht genau kannten, hauptsächlich von Restauratoren, aber auch von Künstlern und Kunstschriftstellern; die Einwände waren leicht zu widerlegen und als Pecht, der anfangs auf Seite der Opposition war, sich von der guten Sache überzeugt hatte und energisch dafür eintrat, war der Widerstand besiegt. Die bayerische Staatsregierung, welche früher für jedes in den Staatssammlungen regenerirte Bild 20 Mark entrichtete, erwarb mit Zustimmung der Landesvertretung das Recht der Anwendung für ihre Galerien um 40000 Gulden, in 16 Jahresraten zahlbar. —

Wir kommen nun zu einem letzten gewaltigen Abschnitt der wissenschaftlichen Thätigkeit Pettenkofers, zu seinen epidemiologischen Forschungen, welchen er einen grossen Theil seines Lebens und den grössten Theil seiner Arbeitskraft gewidmet hat. Er musste die neuen Vorstellungen, zu denen er durch die Beobachtung der Verbreitung der epidemischen Krankheiten über deren Ursachen gekommen war, in den heftigsten Kämpfen vertheidigen und wir bewundern gerade hierin seine unermüdliche Ausdauer in dem Eintreten für seine Ueberzeugung und seinen Scharfsinn, durch den er immer neue Argumente für seine Anschauung beizubringen wusste.

Die Veranlassung dazu gab die heftige Cholera-Epidemie vom Jahre 1854 in München; es war die zweite Heimsuchung Münchens seit 1836 durch die bekanntlich in einigen Bezirken Ostindiens entstehende und von dort über den Erdball sich verbreitende Seuche; dieselbe ist in Niederbengalen sicher seit dem Jahre 1817 bekannt, in Europa war sie vor dem Jahre 1830 unbekannt.

Als der Schrecken und das Unglück der Seuche so plötzlich und mit solcher Macht die Bevölkerung unserer Stadt überfiel, da vereinigten sich Alle, welche irgendwie zur Linderung der Noth beizutragen vermochten, um zu helfen, wo es möglich war. Die Staatsregierung, die Polizei und die Stadtvertretung trafen nach den Erfahrungen von 1836 alsbald alle als nützlich erscheinenden Maassregeln zur Bekämpfung des Uebels und zur Hilfe für die Nothleidenden; die vermögenden Bürger der Stadt thaten in gewohnter Grossmuth Alles um das Elend zu lindern; die alterprobten und die jungen eben geprüften Aerzte wetteiferten in Aufopferung und Muth, sie versammelten sich zwei Mal wöchentlich zu gemeinsamen Besprechungen über ihre Erfahrungen und Beobachtungen und holten sich neue Kraft zur Ausdauer in ihrem schweren Berufe. So war es trotz allen Jammers eine erhebende Zeit, in welcher der hilfreiche und gute Mensch dem Mitmenschen näher trat.

Man muss Pettenkofers so mitfühlendes Gemüth gekannt haben, um zu verstehen, dass er mit Feuereifer in den Kampf gegen den Würgengel eintrat.

Als im Jahre 1849 die Cholera unsere Grenzen bedrohte, wurde vom Ministerium auf den Vorschlag des berühmten Arztes und Gelehrten Philipp v. Walther eine Commission niedergesetzt für wissenschaftliche Untersuchungen über die indische Cholera, zu der auch der Chemiker Professor Pettenkofer gehörte; bei dem Auftreten der Krankheit im Jahre 1854 trat die Commission in erneute Thätigkeit: Pettenkofer übernahm die Untersuchungen über die Verbreitungsart der Epidemie in Bayern, Buhl sollte über die pathologisch-anatomischen Befunde an der Leiche berichten; ich begann als des

Letzteren Assistent meine Erstlingsarbeiten über die chemischen Veränderungen im Organismus bei der Cholera. Man suchte dadurch einen Einblick in das Wesen und die Ursachen der Krankheit zu bekommen, um für spätere Zeiten zu nützen. Es wurde beschlossen, die in Bayern gemachten Beobachtungen in einem Hauptberichte herauszugeben, der auch 1857 mit Hilfe der von dem Könige Max II. aus seiner Cabinetskasse der naturwissenschaftlich-technischen Commission an unserer Akademie hochherzig gewährten Mittel zur Veröffentlichung kam.

Es war ein günstiger Umstand, dass Pettenkofer nicht als Arzt der Sache gegenüber trat, sondern als Naturforscher; sein durchdringender Verstand machte sich gleich darüber klar, dass die gewöhnlichen Maassregeln keine Mittel speciell gegen die Cholera sind, sondern nur Mittel wie bei jeder anderen Krankheit auch; ihm war es nicht um das Heilen der Krankheit, sondern um ihr Wesen und ihre Ursachen zu thun. Er wusste von Anfang an, was er wollte und an welcher Stelle er anzugreifen habe. Er musste vor Allem den Verlauf der Epidemie in Bayern und in München übersehen; zu diesem Zwecke bezeichnete er in der grossen Generalstabskarte des Landes alle Orte mit Choleraerkrankungen und zwar mit rother Farbe die epidemisch ergriffenen, mit grüner die mit sporadischen Fällen und mit blauer die, wo sich nur in einem oder zwei Häusern Fälle zeigten; für München legte er sich ein Grundbuch an, in welchem alle in den amtlichen Todesscheinen verzeichneten Choleratodesfälle (fast 2000), geordnet nach Strassen, Häusern und Stockwerken, eingetragen waren. Damit war von ihm ein neuer erfolgreicher Weg betreten worden und für alle Zeiten die Epidemie fixirt, so dass sie auch zu späteren, von anderen Gesichtspunkten ausgehenden Forschungen dienen kann. Diese Karte und das Grundbuch waren nun das Objekt seines Nachdenkens; er suchte, ob sich daraus mit irgend etwas ein Zusammenhang herausbringen liess.

Die Karte ergab auf den ersten Blick, dass die Krankheit eine örtliche, oft ganz auffallend scharfe Begrenzung zeigt und ihre

Verbreitung sich durchaus nicht mit Vorliebe an die Hauptverkehrswege, an die Eisenbahnen und die Landstrassen hält; sie verläuft vielmehr längs den Flüssen und Bächen, denn nur die Thäler und Ebenen der Flüsse und Bäche lassen bestimmte Gruppen von epidemisch ergriffenen Ortschaften erkennen; hat ein Thal vom Ursprung seines Flusses bis zu dessen Mündung eine ziemlich gleiche Beschaffenheit des Untergrundes wie der Oberfläche, so sind die Ortschaften am oberen Theil des Flusses zumeist frei, erst in einer grösseren Entfernung vom Ursprung zeigen sich die Epidemien; die Orte um und an den Wasserscheiden sind in der Regel verschont, die Epidemien begrenzen sich mit dem die Flussebene einschliessenden Hügellande und erscheinen erst jenseits der Hügel wieder in den nächsten Flussthälern. Die epidemische Ausbreitung der Cholera steht also offenbar mit den Wasserverhältnissen einer Gegend in Zusammenhang; dadurch wurde er auf die mächtigen unterirdischen Wassermassen aufmerksam, die in einer Tiefe von 5—6 Metern unter unseren Füssen dahin ziehen, von denen wir oberflächlich betrachtet keine Ahnung haben; dies war der Ausgangspunkt für die Grundwassertheorie, welche später eine so grosse Rolle spielte.

Diese auffallenden, vorher nicht beachteten Thatsachen der Choleraverbreitung in einem Lande lassen sich nicht blos durch den Verkehr erklären; es müssen noch andere Hilfsursachen mitwirken und da weisen die Beobachtungen auf örtliche Bedingungen, auf eine gewisse Bodenbeschaffenheit und Terrainformation hin: tiefe und feuchte in Mulden gelegene Ortschaften und Häuser werden im Allgemeinen intensiver ergriffen als trockene und hochsituirte.

Dem entsprechend nahm er an, dass der Kranke nicht ohne Weiteres direkt auf den Gesunden die Krankheit überträgt; selbst die frischen Entleerungen des Kranken schienen ihm nicht gefährlich, sie sollen es erst ausserhalb des menschlichen Organismus und zwar im Boden werden. Indem er sich nun Vorstellungen über die Wirkung des Bodens machte, schwankte er längere Zeit, ob dieser Einfluss den Menschen nur individuell disponirt die Cholera zu bekommen,

oder ob er mit der wirklichen Entstehung des Giftes in Zusammenhang steht. Er entschied sich nach seinen Beobachtungen für die letztere Anschauung und dachte sich damals als beste Hypothese, dass der an Cholera erkrankte Mensch einen in seinen Ausleerungen enthaltenen Keim, unter dem er sich von Anfang an einen Mikroorganismus oder ein Ferment vorstellte, durch den persönlichen Verkehr auf Gesunde und an gesunde Orte verschleppt und verbreitet, in deren Erdreich dann erst das schädliche Choleramiasma entsteht, das er ursprünglich für ein Gas hielt. Endlich gehört noch eine individuelle Empfänglichkeit oder Disposition der Menschen für die Erkrankung dazu, da ja nicht alle unter sonst gleichen Bedingungen Lebenden befallen werden.

Nicht die geologische Formation des Bodens soll dabei ausschlaggebend sein, sondern eine bestimmte physikalische Bodenbeschaffenheit, gewisse Zustände des Bodens, bei denen Zersetzungen leicht vor sich gehen, also ein lockeres, von Wasser und Luft durchdringbares, stark verunreinigtes Erdreich, in dem man in einer nicht zu grossen Tiefe auf Wasser gelangt. Wo sich demnach im Boden keine Zersetzungsprozesse finden, das ist auf felsigem und compaktem, für Wasser nicht durchdringbarem Gestein, kann darnach keine Ortsepidemie entstehen; Pettenkofer sprach es daher alsbald mit aller Bestimmtheit aus, man werde in der ganzen Welt keinen Ort auffinden, dessen Häuser auf Felsen gebaut sind, in welchem die Cholera als Epidemie aufgetreten wäre; als schlagendes Beispiel hiefür bezeichnete er die Stadt Nürnberg, wo trotz allen Verkehrs auf der auf einem Sandlager liegenden Lorenzer-Seite fünfmal mehr Menschen an der Cholera gestorben sind als auf der auf Fels ruhenden Sebalder-Seite.

Da nach ihm kein direkt ansteckendes Gift vom Kranken auf den Gesunden übertragen wird, so hielt er von Anfang an die Quarantänen für nutzlos; allerdings glaubte er damals noch an den Nutzen der Desinfektion durch Zerstörung der in den Exkrementen enthaltenen Keime.

Noch ein weiteres wichtiges Moment tritt schon im Haupt-

berichte hervor, nämlich der Einfluss der Schwankungen des Wasserstandes im Boden, des sogenannten Grundwassers. Man hat wohl schon vorher auf diesen unterirdischen Wasserspiegel geachtet und auch sogar Messungen der Schwankungen desselben angestellt; unsere Akademie gab im Jahre 1762 eine Preisaufgabe über diese Zu- und Abnahme im Interesse der Landwirthschaft, wobei der Bergrath Scheidt in Salzungen den Preis erhielt; leider sind seine Beobachtungen verloren gegangen. Es war zu der Erklärung der Thatsache, dass die Cholera trotz Einschleppung des Keims nur zu gewissen Zeiten einen Ort befällt, ein bewegliches, wechselndes oder zeitliches Moment nöthig und dies konnte Pettenkofer nur im Wechsel des Standes des Grundwassers finden. Er begann daher die Bewegungen dieses Grundwassers an verschiedenen Brunnen Münchens systematisch zu messen und es zeigte sich sowohl im Cholerajahr 1836 als auch in dem von 1854 ein Absinken von einem auffallend hohen Stand desselben, so dass er den Satz aussprach: Da wo diese Schwankungen auftreten, ist vorwaltend der Schauplatz der Cholera. Die Schwankungen betragen zu verschiedenen Jahrgängen und Jahreszeiten mehr als 20 Fuss; im Allgemeinen findet sich zwischen dem Stand der Isar oder der Menge der atmosphärischen Niederschläge und dem der Brunnen kein direkter näherer Zusammenhang; die Isar wirkt nur durch Stauung des Abflusses auf das Grundwasser ein.

Diese ersten Anschauungen Pettenkofers vom Jahre 1854 haben durch Vermehrung der Thatsachen und genauere Würdigung derselben im Laufe der Zeit manche Veränderung, Berichtigung und Erweiterung erfahren, aber der Grundgedanke, dass das Wasser im Boden ein zeitliches Moment der lokalen Disposition sei, ist von Anfang an unverändert geblieben.

Bei der Frage, wie der Infektionsstoff in den Menschen gelangt und sich verbreitet, lag es am nächsten das Trinkwasser damit in Beziehung zu bringen, besonders da die Wasserverhältnisse einer Gegend so auffallend mit der Verbreitung der Epidemie in Zusammenhang stehen. Auch Pettenkofer war anfangs ein Anhänger

dieser Lehre, aber er wurde durch seine Untersuchungen immer mehr davon abgebracht. Die Verhältnisse lagen zur Entscheidung des Einflusses des Trinkwassers in München damals besonders günstig und wie für ein Experiment im Grossen geschaffen, da mehrere verschiedene Wasserversorgungsanstalten gleichzeitig neben einander funktionirten; aber es liess sich, obwohl er die Bezugsquellen von Haus zu Haus auf das Sorgfältigste verfolgte, kein Unterschied in dem Verlauf der Erkrankungen im Bereich der einzelnen Leitungen erkennen; er schloss daher, dass im Trinkwasser kein ursächliches Moment für die Cholera gesucht werden könne. Dieses Ergebniss war von grosser Bedeutung für seine weiteren Forschungen, indem es ihn auf eine bestimmte Bahn drängte. Er glaubte dadurch die Angelegenheit mit dem Trinkwasser ein für alle Mal abgethan zu haben und doch sollte er gerade hierüber noch die heftigsten Widersprüche erfahren.

Durch diese denkwürdigen ersten Untersuchungen waren an die Stelle der früheren vagen Meinungen bestimmte greifbare, der Forschung zugängliche Vorstellungen und Thatsachen, die auf keinem anderen Wege hätten gewonnen werden können, getreten. Es hat vordem nichts gegeben, was nicht schon als Ursache der Cholera angesehen worden wäre, die verschiedenartigsten Dinge ohne irgend einen Beweis: Wind und Wetter, Armuth, schlechte Ernährung, schlechtes Trinkwasser, unreine Abtritte etc. etc.; Jeder hatte seine eigenen und besonderen Einfälle, deren es gar viele giebt. Alles ist vor Pettenkofer schon einmal gesagt worden, er aber hat zuerst die wissenschaftliche Forschung in diese verwickelten Vorgänge getragen und sie auf Punkte geführt, welche einer genauen naturwissenschaftlichen Beobachtung und Messung zugänglich waren. Am Schlusse seiner ersten Auseinandersetzungen sagt er in aller Bescheidenheit und strengen Wissenschaftlichkeit, er verzichte sehr gerne auf alle Ansprüche alltäglicher Priorität und begnüge sich vollkommen damit, wenn seine Arbeit dazu beitrage, dass aus den vielen ausgesprochenen und sich widersprechenden Ansichten weniger, viel-

leicht nur eine einzige Ansicht wird, und wenn zuletzt an die Stelle von tausend geistreichen Vermuthungen die anspruchslose Erkenntniss einer einfachen und alltäglichen Thatsache gelangt, welche praktische Folgen nach sich zieht. Er wünscht zugleich, sein Buch möge viel Kampf erregen, dem er sein Tagewerk nicht entziehen werde, denn es sei ein Kampf für unser aller Wohl; er werde sich beugen vor gründlich und ehrlich untersuchten Thatsachen.

Pettenkofer war wie ersichtlich weit entfernt davon seine ersten Vorstellungen schon als bewiesen oder abschliessend zu betrachten, aber er war fest überzeugt sich mit seinen Untersuchungen und Gedanken auf dem rechten Wege zu befinden. Er drang, und darauf kam es ihm zunächst vor Allem an, auf genaue, systematisch angestellte Untersuchungen über alle diese Verhältnisse im Sinne der exakten Naturforschung. Er verlangt in einem 1859 aufgestellten Programm ein getreues Bild der örtlichen Verbreitung der Cholera und des Typhus zu verschiedenen Zeiten in den einzelnen Ländern, Orten und Wohnhäusern durch Eintragen der Todesfälle nach den amtlichen Todesscheinen in ein einfaches Schema als unerlässliche Grundlage für alle vergleichend ätiologischen Studien; dann die Feststellung der Beschaffenheit des Untergrundes der epidemisch ergriffenen Orte bis zu einer Tiefe, wo sich Grundwasser findet; ferner die regelmässige Messung des Standes des Grundwassers in gegrabenen Brunnen; weiterhin die Prüfung der Beschaffenheit des Untergrundes und des Standes des Grundwassers in von der Cholera verschonten Ortschaften und Ortstheilen; und endlich die Analyse des Trinkwassers der sowohl von der Cholera ergriffenen als auch der davon verschonten Orte. Er erhoffte von solchen Untersuchungen die Gewinnung vieler und zur Beurtheilung der Aetiologie der Seuchen werthvollster Thatsachen.

Pettenkofer hat in der Folge Alles gethan, um zu diesem Ziel zu gelangen: er hat Thatsachen auf Thatsachen gesammelt und untersucht, und dabei alle Fälle berücksichtiget, nicht nur solche, in welchen die Cholera sich verbreitete, sondern auch solche, in

welchen sie sich nicht verbreitete; er glaubt, stets die Erscheinung als Ganzes aufgefasst zu haben unter Beachtung aller Thatsachen.

Das bedeutsamste Resultat seiner ersten Untersuchung war ihm die Thatsache von dem nachweisbaren Einfluss der Bodenbeschaffenheit auf die epidemische Ausbreitung der Cholera; es blieb daher von da an sein Augenmerk vor Allem auf das Verhalten des Bodens und auf die in ihm stattfindenden Vorgänge gerichtet: es wurden die früher erwähnten Untersuchungen über den Gehalt des Bodens an Luft und Wasser angestellt, die Zersetzungsprozesse in demselben durch die Bestimmung der Kohlensäure ermittelt und die seit März 1856 an verschiedenen Brunnen Münchens begonnenen Messungen der Grundwasserschwankungen fortgesetzt. Dadurch befestigte sich in ihm immer mehr die Ueberzeugung, dass zwar eine specifische, durch den Verkehr verbreitbare Ursache der Krankheit existire, dass aber örtliche und zeitliche Hilfsursachen im Boden wesentlich dazu gehören.

Eine wichtige seit dem Erscheinen der Cholera und des Typhus viel umstrittene Frage ist die, ob diese Krankheiten ansteckend d. h. contagiös wären oder nicht. Die meisten Aerzte hielten die Cholera für ansteckend, wenn auch die bayerische Staatsregierung im Jahre 1836 auf den Rath des Klinikers Philipp v. Walther erklärt hatte, dass „Ansteckung von Cholerakranken, auch wenn man sich mitten unter ihnen befindet, sie anfasst und pflegt, nicht zu fürchten sei".

Man dachte sich, bei einer ansteckenden Krankheit werde die Ursache, der Infektionsstoff oder das Contagium im Kranken erzeugt und vermehrt und werde von ihm direkt auf Gesunde durch Berührung übertragen wie z. B. bei den Blattern; miasmatische Erkrankungen nannte man, wenn die Ursache ausserhalb des Kranken in seiner Umgebung, in einer dazu geeigneten Lokalität entsteht und vom Kranken nicht auf einen Gesunden übergeht wie man es für das Wechselfieber annahm. In diesem Sinne hielten die Einen Cholera und Typhus für contagiös, indem sie voraussetzten, die

Ursache dafür bilde sich im kranken Organismus und werde ohne Weiteres infektionstüchtig mit den Darmentleerungen ausgeschieden; die Anderen, welche die Uebertragung von Mensch zu Mensch leugneten, hielten sie für miasmatisch und suchten das specifische Gift ausserhalb des Kranken. Jede der Parteien stützte sich auf gewichtige und zahlreiche Thatsachen und sie ergiengen sich Jahre lang in fruchtlosen Streitereien. Die Contagionisten konnten für ihre Anschauung angeben, dass der Verkehr einen unleugbaren Einfluss auf die Verbreitung der Krankheit erkennen lasse; die Miasmatiker führten dagegen an, dass es Umstände gäbe, wo trotz lebhaftesten Verkehrs und trotz aller Einschleppung einzelne Orte und Länder frei bleiben oder nur zu gewissen Zeiten ergriffen werden. Manche kamen desshalb schliesslich zu dem unglücklichen Ausweg, die Epidemien könnten auf beide Weisen innerhalb und ausserhalb des Organismus entstehen, d. h. contagiös und miasmatisch sein; diese Verschwommenheit der Begriffe war die Quelle einer heillosen Verwirrung.

Hierin scharf geschieden zu haben, ist ein Verdienst Pettenkofers. Er hielt die Cholera und den Typhus anfangs auch für anstekend durch den Kranken, also für contagiös, denn diese Theorie ist die einfachste und scheint bei oberflächlicher Betrachtung die Thatsachen leicht zu erklären; aber er musste im Laufe seiner Erfahrungen seine Ansicht ändern und erkennen, dass dieselben weder contagiös noch miasmatisch nach den angegebenen Definitionen sind. Der Fehler war nach ihm der, dass man contagiös, d. i. von Mensch zu Mensch ansteckend, und verschleppbar für identisch hielt, und das transportfähige ausserhalb des Menschen in einer bestimmten Lokalität entstandene Miasma mit dem im Kranken erzeugten Contagium verwechselte. Der Cholera- und Typhuskeim ist nach ihm wohl durch den Verkehr von einer Lokalität aus verschleppbar, aber nicht im Kranken entstanden und nicht von ihm auf den Gesunden übertragbar. Er drang daher darauf, die abgenützten Worte Contagium und Miasma, mit denen man nicht mehr die alten Be-

griffe verbindet, zu streichen und neue Bezeichnungen zu wählen; er schlug vor, entogene Krankheiten, bei denen der Infektionsstoff innerhalb des Kranken entsteht, und ektogene Krankheiten, bei denen er ausserhalb des Körpers entsteht, zu unterscheiden; die ektogenen theilte er in durch den menschlichen Verkehr nicht verbreitbare wie die Malaria und in örtlich entstehende, aber verschleppbare wie die Cholera. Jede Cholera-theorie musste darnach nach seiner Ansicht der Verschleppbarkeit des Infektionsstoffs durch den Verkehr sowie der Abhängigkeit von gewissen örtlichen und zeitlichen Vorgängen im Boden Rechnung tragen, und dies thut die von Pettenkofer aufgestellte sogenannte lokalistische Theorie. In der Cholera-Conferenz zu Weimar (1867), die er mit Griesinger und Wunderlich einberufen hatte, fand die Lehre vom begünstigenden Einfluss örtlicher und zeitlicher Momente zuerst öffentliche Anerkennung und Zustimmung; die Mitwirkung des Bodens war ihm seitdem in keinem einzigen Falle etwas Gleichgiltiges, auch war er schon damals überzeugt, dass die Cholera nur ektogen aufzufassen sei und gab die entogene Uebertragung nicht mehr zu.

Die alte contagiöse Anschauung, welche einfach eine Infektion Gesunder durch Cholera- oder Typhuskranke annimmt, lässt sich nach ihm nicht mehr halten; denn sie steht mit sicher festgestellten epidemiologischen Thatsachen in Widerspruch. Pettenkofer brachte viele Beweise dafür bei, dass Cholera und Typhus nicht contagiös nach der alten Definition sein können, denn dann wären zu ihrer Verbreitung ausser dem Keim nur disponirte Menschen nöthig und die Erkrankungen dürften nicht von etwas Anderem, z. B. von gewissen Lokalitäten oder Zeiten abhängig sein. Cholerakranke stecken andere Kranke in einem Spitale nicht an, nur dann wenn das Spital wie die umliegenden Häuser zu einem Choleraherd geworden ist, kommen Hausepidemien vor, die auch gekommen wären, wenn kein Cholerakranker eingebracht worden wäre; das grosse allgemeine Krankenhaus in Calkutta ist trotz der Aufnahme vieler Cholerakranker noch nie ein Infektionsherd für Cholera geworden. — Bei

den entogenen Infektionskrankheiten wie den Blattern werden bekanntlich nichtgeimpfte Aerzte, Kranken- und Leichenwärter häufiger ergriffen; bei der Cholera und dem Typhus haben aber dieselben nach unzähligen Erfahrungen in Europa und in Indien nicht mehr zu leiden als andere Personen, die mit Cholerakranken gar nicht in Berührung gekommen sind; der Verkehr mit Cholerakranken und Choleraleichen bringt an und für sich keine Gefahr. Bei der mörderischen Epidemie in der Gefangenanstalt Laufen (1873) wurde trotz sonst vollkommen gleichen Bedingungen und ununterbrochenen Verkehrs nur die eine Seite der Anstalt befallen, auch die Aerzte, das Wartepersonal und die 67 bewachenden Soldaten blieben verschont; solche Fälle sind noch viele beobachtet worden und es sollen später noch einige derselben angegeben werden. — Nach der contagionistischen Ansicht ist der Darmkanal des Kranken der Hauptschauplatz des Krankheitsprozesses und also auch der Sitz des Infektionsstoffes, wesshalb auch nach ihr die Choleradiarrhöen den giftigen Keim enthalten, reproduziren und verbreiten sollen. Auch Pettenkofer war, wie gesagt, 1856 noch ein wenn auch nicht unbedingter Contagionist und hielt die Darmentleerungen ebenfalls für die Träger des Cholerakeims und er glaubte desshalb noch im Jahre 1865, die Desinfektion der Entleerungen wäre eine souveräne prophylaktische Maassregel und erst durch die Choleraepidemie von 1867 gewann er die Ueberzeugung, dass die frischen Entleerungen an und für sich nicht giftig sind, denn es werden nicht selten Wärter mit den Dejektionen förmlich übergossen, die dann an ihnen eintrocknen ohne dass sie die Cholera bekommen; ja es sind Fälle bekannt, wo die Reiswasserdiarrhöen in den Magen von Menschen gelangt sind ohne Schaden anzurichten. — Cholerakranke verbreiten auf der Reise vielfach ihre Ausleerungen ohne Choleraepidemien an einem immunen Orte zu veranlassen; ein ganz eklatanter Fall der Art ist der aus dem Gefängniss zu Laufen entlassene Sträfling, der viele Ortschaften berührte und dennoch in denselben keinen einzigen Fall von Cholera erzeugte. Wenn der Kranke und seine Aus-

leerungen das Gift nicht enthalten, dann dient auch seine beschmutzte Wäsche, die nach der Meinung vieler Contagionisten der Hauptträger des Infektionsstoffes sein soll, nicht ohne Weiteres als Infektionsquelle; es wird nachher hiervon noch die Rede sein. — Vor Allem müsste bei einer contagiösen Verbreitung der Krankheit, bei der Aussaat des Keims durch Cholerakranke, die Ausbreitung eine ganz andere sein als sie in Wirklichkeit ist, sie müsste sich von einem Mittelpunkte aus allmählich ausdehnen und den Hauptverkehrswegen, den Eisenbahnen, den Land- und Wasserstrassen gleichmässig folgen und mit der Entwicklung derselben z. B. des Eisenbahnnetzes rascher vorschreiten. Dies ist jedoch nicht der Fall, denn sie wird, wie gemeldet, durch gewisse Wasserverhältnisse der Gegenden bestimmt und in auffallender Weise örtlich begrenzt, so dass sie wesentlich immer nur gewisse Bezirke und Orte befällt und andere stets verschont; es dürfte also keine für Cholera immune Orte geben, wohin trotz aller Einschleppung des Infektionsstoffs noch nie die Cholera gekommen ist, und auch keine immunen Zeiten an den sonst für Cholera empfänglichen Orten. Der Gang der Cholera zeigt demnach auf das Deutlichste, dass noch etwas Besonderes dafür bestimmend ist. Die Erfahrungen in Indien, welche von dem kenntnissreichen Cuningham berichtet werden, lehren, dass daselbst grosse Bezirke trotz der beständigen Einschleppung verschont bleiben und dass die Krankheit seit Bestehen des Eisenbahnnetzes nicht rascher sich verbreitet; Truppenzüge mit Cholerakranken inficiren auf ihren weiten Märschen nur gewisse disponirte Orte, die anderen nicht; die grossen Pilgerzüge in Indien üben, ebenso wie die Kriegszüge bei uns, keinen Einfluss auf die Ausbreitung der Cholera aus, nur treten in den vorher schon inficirten Orten in Folge der grösseren Menschenansammlung mehr Krankheitsfälle auf; in der heiligen Stadt Hardwar kommen im April Millionen Pilger aus allen Theilen Indiens zusammen und doch kommt es daselbst nur selten zum Ausbruch einer Epidemie. Die 94 aus der so stark inficirten Gefangenanstalt zu Laufen entlassenen Sträflinge haben keine Cholerafälle

an den von ihnen berührten Orten veranlasst. Nach den sorgfältigen Erhebungen von Port giengen von den Tausenden im Jahre 1870/71 nach ganz Deutschland evakuirten typhus- und ruhrkranken Soldaten nirgends Epidemien aus.

Dafür dass der Cholerakeim für sich allein nicht genügt und noch etwas vom Boden dazu kommen muss, hat Pettenkofer unzählige Beispiele beigebracht; es war ihm immer unbegreiflich, dass die hierüber ermittelten Thatsachen nicht überall alsbald Anklang fanden. Man müsste förmlich blind sein, so rief er aus, wenn man leugnen wollte, dass es nicht viel mehr darauf ankommt, wohin und wann aus einem Typhus- oder Choleraorte Typhus- und Cholerakeime gelangen als dass sie überhaupt dahin gelangen.

Der Einfluss des Grundes und Bodens macht sich nach seinen Beobachtungen überall in erster Reihe bemerkbar. Nur auf einem porösen, für Luft und Wasser durchdringbarem, mit faulenden organischen Substanzen verunreinigtem Boden gedeiht die Cholera, nicht auf compaktem Felsen oder auf einer für Luft und Wasser undurchdringbaren Lehmschwarte. Gegen diesen Theil seiner Lehre erhoben sich zuerst sachliche Einwände, nachdem die Gegner vorher mehr gegen seine theoretischen Anschauungen und Hypothesen, auf die er vor der Hand keinen grossen Werth legte, sich gerichtet hatten. Sie gaben nämlich Orte an, welche auf Fels gegründet sein sollen und doch von der Cholera stark heimgesucht wurden. So hatte Professor Dr. Anton Drasche in Wien (1860) auf solche Orte in Krain und dem Karstgebirge hingewiesen, Andere auf den Felsen von Gibraltar und auf die Insel Malta. Da zeigte es sich, wie ernst es Pettenkofer mit der Sache nahm und wie es ihm nur um die Aufdeckung der Wahrheit zu thun war; er antwortete nicht mit theoretischen Darlegungen, sondern wie es der Naturforscher auch bei solchen verwickelten Prozessen allein thun muss, er begab sich an die bezeichneten Orte, um sich die Felsen näher zu betrachten, und siehe da, jeder Einwurf hat sich bei näherer Prüfung als ein Irrthum erwiesen. Die Einwände waren ohne irgend eine

Untersuchung, nur auf oberflächliche Berichte und Eindrücke hin, ohne Anwendung der Methoden der Naturforschung, nur vom Standpunkte des Literaten, dem die Wege der Forschung unbekannt sind, gemacht worden. Das Ministerium des Innern sandte ihn auf Antrag des Obermedizinalraths v. Pfeufer, der anfangs den Untersuchungen über die Aetiologie der Cholera die lebhafteste Theilnahme und Ermunterung sowie jede ihm mögliche Hilfe zuwendete, (1861) nach Krain, wo er besonders drei Bezirke (Neustadl, Laibach und Adelsberg) mit Ortschaften auf angeblich compaktem Felsen eingehend besah. Aber überall, wo die Seuche gehaust hatte, fand sich eine hochgradige Zerklüftung und Porosität des Untergrundes, so dass die Spalten mit verwesenden organischen Stoffen erfüllt waren und Unrathsflüssigkeiten hindurchdringen liessen; so ist insbesondere das Karstgebirge geradezu eine Stütze für den Einfluss der Bodenbeschaffenheit geworden.

Ebenso ergieng es mit Gibraltar und Malta, welche er 1868 mit eigenen Mitteln aufsuchte. In Gibraltar war die poröse Beschaffenheit des Alluvialbodens zu sehen; das Terrain oberhalb der Stadt wies wie das Karstgebirge sehr zerklüftete und zerbrochene Felsen auf; da in der Stadt sich mehr als 200 gegrabene Brunnen befinden, so ist Grundwasser vorhanden und es müssen auch zeitweise Schwankungen desselben vorkommen, denn der heftigen Choleraepidemie von 1865 gieng eine abnorme Steigerung der Durchfeuchtung des Bodens voraus, wie sie in dem Jahrhundert noch nicht dagewesen war. — Man glaubte besonders in Malta könnte poröser Boden und Grundwasser keine Rolle spielen, weil die ganze Insel aus compaktem Gestein bestehe. Aber was ergab sich? Ueber dem unteren Felsen aus hartem krystallinischen Sandstein liegt ein weicher poröser Sandstein mit 28 Prozent Poren, der leicht zu bearbeiten, ja mit dem Messer zu schneiden ist und viel Wasser schluckt, so dass man in ihm die Kanäle aushaut und, wie schon berichtet, Wasserfiltersteine aus ihm herstellt. Pettenkofer zeigte in der Vorlesung einen solchen Filterstein, der in kürzester Zeit Wasser durchlaufen

lässt. Auf seine bestimmten und wiederholten Fragen versicherte ihn der Comptroller of Charities Inglott, der Boden von Malta wäre kein Fels, sondern ein Schwamm, getränkt und gesättiget mit jeder Art von Jauche. Noch im Jahre 1885 sind bei der zweiten Choleraconferenz in Berlin von Robert Koch die Felsen von Genua und von Bombay genannt worden; aber auch er brachte, als ob die vorbildlichen Untersuchungen Pettenkofers nie gemacht worden wären, nur papierene Karten vor und keine genauen, an Ort und Stelle gemachten Beobachtungen; dagegen berichtete der Ingenieur Settimio Monti auf Befragen Pettenkofers, der Untergrund des alten Genua wäre im höchsten Grade verunreiniget.

Auf wirklichem compaktem, von Wasser nicht durchdrungenem Fels oder auf einer undurchlässigen Thonschichte liegende Orte sind frei von der Cholera; viele Fälle lassen sich dafür anführen z. B. in Bayern gewisse Theile von Nürnberg oder Traunstein.

Die eingehenden geologischen Darlegungen Pettenkofers sind Muster eines wissenschaftlichen Studiums und sie erscheinen uns als etwas ganz eigenartiges und als der Anfang einer neuen Richtung in der medizinischen Literatur. —

Eine ganz besonders feste Stütze erhielten die Lehren Pettenkofers von dem Einfluss des Bodens und des Grundwassers auf die Entstehung epidemischer Krankheiten durch die merkwürdigen Beobachtungen von Ludwig Buhl im Jahre 1865 über den Zusammenhang der Todesfälle an Typhus im Münchener Krankenhause l. I. und den Schwankungen des Grundwassers. Es war schon längst aufgefallen, dass in München die Typhusepidemien in den verschiedenen Jahren einen höchst verschiedenen Grad der Intensität zeigen, es wechselten Jahre mit grösster Sterblichkeit mit solchen von wesentlich geringerer Sterblichkeit ab; es musste die specifische Ursache analoge Fluktuationen machen, bald gehindert werden wie zumeist im Frühling und Sommer, und bald gefördert werden wie im Herbst und Winter. Da lag es nahe, nachdem Pettenkofer schon im Cholerajahre 1854 auf die Beziehung der Schwankungen des

Grundwassers zum Auftreten der Cholera aufmerksam geworden war, die von ihm seitdem an den Brunnen gemachten Beobachtungen des Grundwasserstandes mit dem wechselnden Stande des Typhus im genannten Krankenhause zu vergleichen. Buhl verfügte dabei in der Zeit vom 1. Januar 1855 bis Ende Juli 1865 über 900 von ihm secirter Typhusleichen. Da ergab sich beim Ueberblicken der Curven mit überraschender Regelmässigkeit, dass die Zahl der Typhustodten abnimmt, so lange das Grundwasser steigt, dass sie dagegen zunimmt, so lange das Grundwasser fällt. Es war also die gleiche Erscheinung bei dem in München damals ständig herrschenden Typhus erkannt worden, wie sie von Pettenkofer bei den zwei Choleraepidemien vermuthet worden war. Das war allerdings ein Triumph für Pettenkofer und eine Leuchte in der Dunkelheit der epidemischen Vorgänge. Er fand zwar damit anfangs keinen besonderen Anklang bei Aerzten und Naturforschern, weil man sich gar nicht vorzustellen vermochte, wie das Grundwasser die Cholera und den Typhus machen könnte und worin dieser Zusammenhang bestehen sollte; man verstand ihn sowie die neue Lehre nicht und hielt es für etwas Unmögliches und Mystisches, ja man ergieng sich sogar in gewissen exakten naturwissenschaftlichen Kreisen in schlechten Witzen und suchte die Sache lächerlich zu machen. Als jedoch das Resultat in den folgenden Jahren das gleiche blieb, und sein Freund, der scharfsinnige Mathematiker Ludwig Seidel, in zwei Abhandlungen: „numerischer Zusammenhang zwischen der Häufigkeit der Typhuserkrankungen und dem Stande des Grundwassers in München“ und „Vergleichung der Schwankungen der Regenmengen mit den Schwankungen in der Häufigkeit des Typhus in München“ mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung darthat, dass dieser gesetzmässige Zusammenhang mit einer Wahrscheinlichkeit von 36000 zu 1 sich berechnet, da konnte auch für den Kurzsichtigsten kein Zweifel mehr an der Thatsache sein. Die im Besitze des hygienischen Instituts befindliche grosse Curventafel, welche der treffliche Polizei-Ingenieur Wagus nach den amtlichen Aufzeichnungen über die Typhusmortalität der ganzen Stadt, die

Regenmengen und die Grundwasserschwankungen von 1850 bis 1867 hergestellt hat, ist ein unschätzbares Dokument für alle Zeiten in der vorliegenden Frage. Auch noch später bis zu Beginn der achziger Jahre, also während mehr als 30 Jahre währte dieses Verhältniss an; erst mit der Abnahme und dem Verschwinden des Typhus in München hörte die Coincidenz auf, da ein dazu nöthiger Faktor nicht mehr existirte, nämlich die Verunreinigung des Bodens, in Folge der Durchführung sanitärer Maassregeln. An die durch diese Karte erwiesenen Thatsachen belieben die jetzigen Gegner von dem Einflusse des Bodens nicht mehr zu denken.

Ueber die Deutung der festgestellten Erscheinung musste sich Pettenkofer in vielen Abhandlungen und in Vorträgen, namentlich im ärztlichen Verein „über die Aetiologie des Typhus“ aussprechen und vertheidigen. Man meinte, es müsste nach Pettenkofers Lehre überall, wo es Grundwasser gäbe, auch Typhus da sein; man begriff nicht, warum in München der Typhus verschwinden konnte trotz fortdauernder Schwankungen des Grundwassers, und man bildete sich ein, es wäre jetzt mit der ganzen Sache nichts mehr.

Pettenkofer dachte sich zuerst, dass durch den hohen Stand des Grundwassers zeitweise Bodenschichten unter Wasser gesetzt und für die Entwicklung des Keims günstige Fäulnissprozesse unterbrochen werden, während das Sinken umgekehrt sie fördere. Bald fasste er jedoch die Sache anders auf. Unablässig setzte er den fortwährenden Missverständnissen gegenüber auseinander, was ihm das Grundwasser ist, dass dasselbe an und für sich das unschädlichste Ding von der Welt ist, dass auch seine Schwankungen für sich allein, so wenig wie der Schmutz für sich, nicht die Ursache von Erkrankungen sein können. Der wechselnde Stand des Grundwassers ist für ihn unter gewissen Umständen nur ein Zeiger, ein Index für den wechselnden Wassergehalt der darüber befindlichen porösen Bodenschichten, für den Grad ihrer Durchfeuchtung; und er stellt sich vor, dass die Erfüllung der Poren des Bodens mit wechselnden Mengen von Luft und Wasser begünstigend oder erschwerend auf die Zersetzungs-

prozesse organischer Stoffe im Boden einwirkt, welche mit der Bildung der specifischen Typhusursache in noch unbekannter Weise zusammenhängen; es ist nach ihm ein bestimmter Wassergehalt des Bodens eine nothwendige Bedingung der Erzeugung des giftigen Infektionsstoffes. Er glaubt also nicht, dass das Grundwasser der Träger des Giftes sei, auch nicht, dass das letztere nahe der Oberfläche des Bodens hafte, was kaum möglich ist, da selbst im Winter bei gefrorenem Boden Epidemien vorkommen; er weiss überhaupt nicht anzugeben, in welchen Schichten die fraglichen Vorgänge sich abspielen; er war nicht im Stande bestimmte und untrügliche Kennzeichen für einen Choleraboden aufzustellen und genauer jenen Grundwasserstand anzugeben, wann ein bestimmter Boden die für Epidemien gerade nöthige Wassermenge besitzt, wann er zu trocken und wann er zu feucht ist und wann nicht. Einige z. B. Buchanan suchten den Zusammenhang darin, dass beim Sinken des Brunnenspiegels in trockenen Zeiten die Unreinheit des Grund- und Trinkwassers zunehme und dass es reiner werde beim Steigen des Wasserspiegels; aber die Untersuchungen von Aug. Wagner und L. Aubry, der Assistenten Pettenkofers, ergaben das Gegentheil, das Grundwasser war am reinsten mit wenig Rückstand bei tiefstem Stande und am unreinsten beim höchsten Stande.

Pettenkofer warnte davor, die Verhältnisse in München als Schablone für andere Boden- und Grundwasserverhältnisse anzusehen, die gefundenen Thatsachen gälten vorläufig nur für das Münchener Terrain; auch wären die Beobachtungen des Wasserstandes in gegrabenen Brunnen nur dann verwerthbar, wenn derselbe einen richtigen Index für den Wechsel der Feuchtigkeit der über dem Grundwasser liegenden Bodenschichten ist, was z. B. nicht der Fall ist, wenn der Brunnen innerhalb der Stauhöhe des Flusses liegt. Man müsse den Geist der Aufgabe erfassen und nicht gleich bei einem Falle Widerspruch sehen, wenn es beim ersten oberflächlichen Anblick nicht genau so ist, wie im Musterfalle. Stets erneut hob er hervor, wie er das grösste Gewicht auf die Thatsachen des Grundwassers

lege und zunächst nichts auf die Vorstellung, wie es bei seiner Wirkung des Näheren zugehe.

Bei den unbefangen Denkenden schlugen die Beobachtungen Pettenkofers schliesslich Wurzel; sie sahen ein, dass die Verfolgung der Grundwasserbewegung von hoher Bedeutung ist für die Aetiologie gewisser Epidemien, und man begann auch an anderen Orten mit den Messungen desselben. So hat die wissenschaftliche Deputation für das Medizinalwesen im Ministerium in Berlin auf den Antrag Virchows (1873) den Wunsch ausgesprochen, es möchten recht bald auch in Berlin vergleichende Beobachtungen über die Höhe des Grundwassers und über den Gang der Morbilität und Mortalität der Bevölkerung angestellt werden; es müsse durch das grosse Projekt der Kanalisation der ganzen Stadt Berlin nicht nur eine Abfuhr des Haus- und Regenwassers, sondern zugleich auch eine Regulirung des Grundwassers angestrebt und erzielt werden, weil man schon längst zur Ansicht gelangt sei, dass nicht nur Wechselfieber, Typhus und Cholera, sondern auch Ruhr durch gewisse Grundwasserverhältnisse begünstiget werden. Die Messungen in Berlin ergaben das nämliche Resultat wie die in München; ebenso die Bestimmungen von Soyka in Frankfurt a. M. und Bremen und von Anderen in anderen Städten. Die dadurch erlangten Kenntnisse haben noch einen weiteren Werth, indem man aus dem Stande des Grundwassers zu erschliessen vermag, ob beim Herannahen der Cholera und bei Einschleppung des Keims für einen Ort die Gefahr einer Epidemie besteht. Der einsichtige Chef des Medizinalwesens in England John Simon erklärte, dass kein Medizinalbeamter mehr auf der Höhe seiner wissenschaftlichen Pflichten stehen werde, ohne die Schichtungen des Bodens und die Grundwasserverhältnisse in seinem Distrikte aufs Genaueste zu ermitteln und zu verfolgen.

Immer mehr wurden durch weitere Beobachtungen von Cholera-Epidemien von Pettenkofer und auch von Anderen Thatsachen dafür beigebracht, dass ein poröser, für Luft und Wasser durchgängiger, mit faulenden Stoffen verunreinigter Boden von einem gewissen

Feuchtigkeitsgehalte unumgänglich nöthig ist zum Entstehen und zur Ausbreitung einer Epidemie und zwar in Ländern, Ortschaften und Häusern. So war es bei der von Pettenkofer untersuchten eigenthümlichen Epidemie des Jahres 1865 in Sachsen (in Altenburg und Werdau), die an einem schmalen und kurzen Streifen am Abhang des Erzgebirges verlief; ebenso in Lübeck (1868 Cordes), in Halle (1868 Delbrück), in Mannheim (Zeroni), in Thüringen (1867 Pfeiffer), in Königslutter (1867 Griepenkerl), in Sachsen (Reinhard und Günther), in Hildesheim (Wilbrand), in Kiel (Jessen und Jürgensen), in Leipzig (Thomas).

Von den Verschiedenheiten der Bodenbeschaffenheit rührt es also her, dass die Cholera trotz Einschleppung des Keims nicht an allen Orten und nicht zu allen Zeiten entsteht, d. h. das sich zeigt, was der Lokalist örtliche und zeitliche Disposition nennt.

Die Nothwendigkeit einer örtlichen Bedingung oder Disposition, d. i. einer bestimmten Bodenbeschaffenheit zum Auftreten einer Choleraepidemie wird, wie schon erwähnt, dadurch erwiesen, dass die Epidemien trotz lebhaften Verkehrs auffallend örtlich begrenzt sind. Namentlich die Beobachtungen der Epidemien in Indien, denen Pettenkofer von Anfang an die grösste Bedeutung beimass, haben ihn in seiner Auffassung wesentlich bestärkt; durch die jungen Doktoren Douglas Cuningham und Thimoty Lewis, welche von ihrer Regierung nach Indien zum Studium der Cholera gesandt wurden und ihn in München besuchten, war er auf die werthvollen Jahresberichte von James Cuningham und auf die Schriften des von Bryden geleiteten statistischen Bureaus von Indien aufmerksam gemacht worden. Darnach verläuft die Seuche in Indien wie bei uns, sie gedeiht in verschiedenen Gegenden äusserst ungleich; sie entsteht nur in gewissen Bezirken, wo sie endemisch und verheerend ist, in anderen tritt sie trotz regsten Verkehrs niemals auf. Auch in Europa, wohin der Keim durch den Verkehr verschleppt wird, ist sie von gewissen örtlichen Bedingungen abhängig: in Preussen wurden während der Epidemien von 1848 bis 1859 in Posen 26 mal mehr Personen ergriffen als in

Westphalen; Aehnliches war in Sachsen und in Bayern zu beobachten. Die Epidemien sind ferner, wie schon erwähnt, in höchst auffallender Weise nach Fluss- und Drainage-Gebieten begrenzt. In grossen Mooren z. B. denen südlich der Donau in Bayern werden die Dörfer nicht oder nur wenig heimgesucht. — Es finden sich die grössten Unterschiede in der Zahl der Erkrankungen in benachbarten Ortschaften; in Mulden gelegene Orte werden häufiger und stärker ergriffen als die auf der Höhe liegenden, wie schon aus den ersten Beobachtungen Pettenkofers hervorgieng; die nahe an einem Steilrand in einer Mulde befindlichen Orte sind schlimmer daran als die davon entfernteren; die Mulde an und für sich ist nicht das Schädliche, sondern die zumeist schlechte Entwässerung in ihr. Die sogenannte Grube in der Vorstadt Haidhausen in München war 1836 und 1854 einer der schlimmsten Choleraherde, sie blieb aber 1873/74 nahezu verschont, nachdem vorher die Versitz- und Schüttgruben entfernt und wasserdichte Gruben sowie Drainagen und Kanäle nach der Isar eingerichtet worden waren. Auch nicht die hohe und tiefe Lage an und für sich bedingt die Unterschiede; höher gelegene Orte haben allerdings im Allgemeinen weniger zu leiden und wir sehen, dass die Krankheit gegen das Gebirge zu gewöhnlich weniger auftritt, so dass der englische Statistiker Farr sogar eine Formel für die Cholerasterblichkeit von 1848/49 in London aufstellte, in welcher Weise die Krankheit mit der höheren Lage der Stadttheile sich ändert; aber die Formel stimmte für die späteren Epidemien Londons immer weniger. Denn nicht die Elevation eines Ortes über dem Meeres- oder Flussspiegel ist maassgebend, sondern die Aenderung der Bodenbeschaffenheit, der Regenmenge etc. etc. mit der Erhebung. In der Civilstadt Gibraltar waren wegen der ungesunden Bodenverhältnisse die höchst gelegenen Theile am heftigsten ergriffen; umgekehrt lassen sich Beispiele beibringen für die Immunität in relativ tiefen Lagen wie das des tiefst gelegenen, schmutzigen und feuchten Manderaggio in Malta, der ganz frei von Cholera blieb.

Man kann ferner beobachten, dass verschiedene Theile ein und

desselben Ortes bei ungleicher Bodenbeschaffenheit eine ungleiche Empfänglichkeit darbieten. Gewisse Theile der Stadt Traunstein, welche auf Felsen erbaut sind, waren frei von Cholera; in Nürnberg beschränkte sich, wie schon angegeben, die Seuche auf die Lorenzer-Seite, während die davon nur durch die Pegnitz getrennte, auf Fels gegründete Sebalder-Seite nur wenig ergriffen war. Ein wichtiges Beispiel für den Einfluss des Bodens sind die merkwürdigen Erfahrungen, welche von den Engländern bei der Belagerung von Sebastopol gemacht worden sind; in gewissen tief gelegenen Baracken bekamen die Regimenter stets die Cholera, sie hörte aber auf, als die Baracken in höherer Lage auf anderem Erdreich aufgeschlagen wurden.

Noch auffallender ist die lokale Verbreitung und Begrenzung der Krankheit sogar in einzelnen Theilen eines Gebäudes bei Hausepidemien. Ein schlagendes Beispiel dafür ist die schon citirte, von Pettenkofer genau studirte Epidemie in der Gefangenanstalt Laufen; diese in die Berichte der Cholera-Commission für das deutsche Reich aufgenommene grosse Arbeit (1873) ist ein unerreichtes Muster für Untersuchungen der Art; bei dem schrecklichen Ausbruche starben von 500 Gefangenen mehr als 80 und doch trat die Krankheit nicht gleichmässig in der Anstalt auf, sondern an der östlichen Seite viel heftiger als an der westlichen. Aehnliches berichtete Delbrück von der Irrenanstalt in Halle, woselbst trotz gleich leichter Einschleppung nur die Männerabtheilung befallen ward und die Weiberabtheilung frei blieb. Nach den Beobachtungen von Buxbaum war von den zwei Abtheilungen einer Kaserne in Freising die eine vom Typhus verschont, während die andere heftig ergriffen wurde; bei einer folgenden Epidemie trat umgekehrt die Krankheit in der ersteren auf und war die zweite frei. Man könnte daran denken, ob hier nicht die Abtritte die lokalen Infektionsherde bilden; aber man war nicht im Stande etwas der Art darzuthun z. B. Port in den sieben Münchener Kasernen. Es müssen auch in den Häusern bestimmte Stellen vorhanden sein, an denen der giftige Keim sich findet.

Ein Hauptbeweis für den Einfluss einer bestimmten Beschaffenheit des Bodens und für die lokalistische Anschauung sind die choleraimmunen Orte, in welchen trotz des lebhaftesten Verkehrs Cholera und Typhus nie epidemisch werden; diese Orte sind mit der contagionistischen Ansicht durchaus nicht in Einklang zu bringen. Man kennt solche von der Cholera noch nicht oder nur wenig und selten heimgesuchte Orte seit dem Auftreten der Seuche in grosser Zahl; in Indien weiss man es z. B. von der Stadt Multan im Pendschab und bei uns nennt man Stuttgart, Würzburg, Frankfurt a. M., Salzburg, Innsbruck, Freiberg in Sachsen, Theile von Nürnberg und Traunstein. Das auffallendste Beispiel ist aber Lyon. Diese volkreiche, zwischen den zwei grossen Infektionsherden Marseille und Paris gelegene Handelsstadt blieb fast bei allen Choleraepidemien verschont; dies war der Fall bei der ersten Epidemie der Jahre 1831 bis 1836, auch bei der zweiten im Jahre 1849, wo in Paris und Marseille die Krankheit wüthete, das aufständische Lyon von cholerainficirten Regimentern belagert, erobert und besetzt worden war, ebenso bei den Epidemien von 1865 bis 1866 und von 1884; nur im Jahre 1854 hatte Lyon nicht nur eingeschleppte oder sporadische Cholerafälle, sondern in drei Theilen der Stadt eine wirkliche mässige Epidemie. Man hatte alle möglichen Hypothesen bereit, um diese absonderliche Widerstandsfähigkeit Lyons zu erklären. Der Cholerakeim war sicherlich in Lyon ebenso vorhanden wie in Marseille und Paris, auch die Fähigkeit der Menschen zu erkranken, die individuelle Disposition; das Trinkwasser ist daselbst nicht reiner wie in anderen Städten, der Boden nicht weniger beschmutzt, es besitzt ebenfalls Abtrittgruben und unterirdische, den flüssigen Inhalt aufnehmende Kanäle; auch die Reinigung der Wäsche in Kähnen am Ufer der Rhone und Saone und das rasche Fortschwemmen des Keims kann nicht wohl, wie Robert Koch bei der zweiten Cholera-Conferenz in Berlin meinte, die Ursache sein so wenig wie die rasche Luftbewegung zwischen den zwei grossen Strömen. Nur die Bodenverhältnisse sind in einigen Stadttheilen der Art, dass die Unempfäng-

lichkeit für die Cholera davon abzuleiten ist, nicht so dass alle Häuser hoch oder auf compaktem Gestein oder auf Lehmschichten stehen, denn diese Momente fehlen für die tiefliegenden, im Inundationsgebiet auf Alluvium stehenden Theile von Lyon; es sind vielmehr die besonderen hydrologischen Zustände des Ortes. Der Stand des Grundwassers und der Feuchtigkeitsgrad des Bodens wird nämlich hier wesentlich von dem Stand der Rhone bestimmt und von letzterem genährt, so dass der Boden für gewöhnlich nicht den für die Entwicklung des Cholerakeims nöthigen Grad der Trockenheit erhält. Nur im Jahre 1854 war der Wasserstand der Rhone abnorm niedrig sowie die Regenmenge gering, wesshalb der Boden den für die Cholera nöthigen Grad der Trockenheit erreichen konnte. Die Immunität für Cholera und Typhus lässt sich nur lokalistisch erklären; für wirklich ansteckende, ektogene Krankheiten wie Blattern oder Masern giebt es keine immunen Orte. Ebenso wie für Lyon suchte Pettenkofer die Immunität anderer Städte ebenfalls in besonderen Grundwasserverhältnissen derselben, z. B. für Würzburg, während Virchow meinte, sie rühre davon her, dass in Folge der Trinkwasserleitung die Beziehungen zu dem durchseuchten Boden aufgehoben worden wären. — Beispiele für die Immunität auf einer Thonschicht liegender Orte sind die auf dem Lehmboden befindlichen Häuser der Vorstadt Haidhausen, während die auf Kies gebauten heftig ergriffen waren; ebenso war es in Berg am Laim und in Aubing; ähnliche Beobachtungen hat Günther in Sachsen gemacht.

Von hohem Interesse ist noch das Verhalten der Schiffe gegen die Cholera, welches Pettenkofer eingehend verfolgte und als einen wesentlichen Beweis für seine lokalistische Anschauung und als Widerlegung der Lehre von der Ansteckung von Person zu Person betrachtete. Man hatte ihn gefragt, wo denn in den Schiffen, auf denen doch auch Choleraerkrankungen vorkommen, der Grund und Boden sei? Die Schiffe verhalten sich nach ihm wie immune Orte auf dem Lande, denen die Bedingung des Bodens fehlt, denn nie bricht auf Schiffen, welche Choleraorten fern bleiben, spontan die

Seuche aus und wenn Choleraerkrankungen auf Schiffen auftreten, sind sie von dem inficirten Lande geholt worden; auch verbreitet sich trotz der Einschleppung vom Lande die Krankheit auf den Schiffen für gewöhnlich nicht weiter auf Gesunde, sondern sie bleibt auf die auf dem Lande inficirten Personen beschränkt und sie erlischt in 12—16 Tagen, sobald die Schiffe auf die hohe See gehen. Man kann gegen diese Grundthatsachen nicht blind bleiben, wenn man bedenkt, dass von den 400 Schiffen, welche im Jahre 1873 mit über 152 000 Auswanderern von inficirten Häfen Europas nach New-York kamen, nur vier einzelne Cholerafälle an Bord hatten, darunter zwei nur einen Fall, eines nur drei und eines vier Fälle. Das geschilderte Verhalten ist die Regel; nur in seltenen Fällen als Ausnahme kömmt es vor, dass die Krankheit von den am Lande Inficirten sich auf Gesunde des Schiffes überträgt und eine Schiffsepidemie entsteht. Diese Ausnahmen von der Regel haben nun die Contagionisten als Beweis der Ansteckungsfähigkeit der Cholera vom Kranken auf Gesunde ausgegeben; Pettenkofer hat jedoch alle genauer bekannt gewordenen Fälle der Art sorgfältig untersucht und anders gedeutet. Er erklärt sich dieselben so, dass hier der am Lande Inficirte so viel von dem unter dem Einflusse des Bodens entstandenen giftigen Infektionsstoff mitbringt, dass es nicht nur zu seiner Krankmachung, sondern auch noch zu der einer kleinen Anzahl von Gesunden auf dem Schiffe hinreicht, oder auch so, dass auf dem schmutzigen Schiffe sich manchmal der fruchtbare Boden für die Vermehrung oder Virulenz des Keims findet und daraus dann eine Epidemie entsteht. —

An den Orten mit örtlicher Disposition für die Cholera tritt die Krankheit nicht immer und nicht gleich heftig auf, sondern sie ist an gewisse Zeiten gebunden; es giebt auch eine zeitliche Disposition, welche von dem wechselnden Stande des Grundwassers abhängig ist.

Die wichtigsten Beweise für die zeitliche Disposition bot ihm das Studium der Cholera in Indien. Es zeigen sich daselbst ge-

waltige zeitliche Unterschiede in der Intensität der Krankheit, welche offenbar mit den nach der Jahreszeit verschiedenen Regenmengen und dem Feuchtigkeitsgrade des Bodens zusammenhängen. Die Regenmengen wirken an den einzelnen Orten ungleich je nach ihrer Intensität und der dadurch bedingten Befeuchtung des Bodens. Im endemischen Gebiete, wo die Cholera nie erlischt, in Calkutta und in Bombay, ist bei gleich bleibenden örtlichen Verhältnissen die Zahl der Choleratodesfälle in den trockenen Monaten drei Mal grösser als in den nassen Monaten; es findet sich darnach ein merkwürdiger Parallelismus zwischen der Regenmenge und der Cholerafrequenz, indem die höchste Regenmenge im August stets mit der geringsten Cholerafrequenz zusammenfällt und mit dem Aufhören der Regen die Zahl der Erkrankungen zunimmt; die massenhaften Niederschläge machen den Boden zu feucht für die Entwicklung der Cholera und erst bei allmählicher Austrocknung in der trockenen und heissen Jahreszeit wird er dazu geeignet. Ganz anders ist es im nicht endemischen Gebiet, wo die Krankheit nur zeitweise auftritt, in Lahore im Pendschab; da bringt in der Regel der Regen die Cholera und sie verschwindet nach dem Aufhören der Regenzeit, so dass in den August zugleich das Regen- und das Choleramaximum fällt. Aber in Lahore ist die Regenmenge über drei Mal geringer wie in Calkutta, so dass der Boden in der trockenen Jahreszeit für eine Epidemie zu trocken wird und der nöthige Feuchtigkeitsgrad vorübergehend erst während der Regenzeit, in Calkutta umgekehrt erst nach derselben, erreicht wird. In Madras findet sich jährlich ein doppelter Rhythmus, eine Frühlings- und eine Sommercholera in Folge einer eigenthümlichen Vertheilung und Menge des Regens.

Auch in Europa zeigt sich wie in Indien die Cholra von einem an gewisse Zeiten gebundenen Moment abhängig. In Preussen hat im Mittel von 12 Jahren (1848—1859) der April die wenigsten Todesfälle an Cholera, die Zahl derselben steigt um das 620fache bis zur ersten Hälfte des September und nimmt von da an wieder

allmählich ab bis zur zweiten Hälfte des März. Das Gleiche wie in ganz Preussen findet sich im Regierungsbezirk Oppeln sowie in Sachsen und in Bayern.

Nicht nur in ganzen Ländern tritt eine solche zeitliche Begrenzung hervor, sondern auch in einzelnen Städten. In Genua zum Beispiel beschränken sich alle Epidemien auf fünf Monate (Juli bis September) trotz fortwährender Einschleppung des Keims, ebenfalls veranlasst durch die besonderen Regenverhältnisse. In München fällt in den September, wo der Boden am trockensten ist, das Choleramaximum; die Cholerajahre 1836, 1854 und 1873 waren besonders trockene Jahre mit geringen Regenmengen. Ganz merkwürdig und lehrreich verhielt sich die Epidemie von 1873—1874, da sie in zwei zeitlich getrennte Epidemien zerfällt; die Sommerepidemie von 1873 nahm in der Mitte August schon ab, ward im September klein und im Oktober und Anfang November ereigneten sich nur mehr vereinzelte Fälle, so dass die Seuche offiziell für erloschen erklärt wurde; aber in der Mitte November begann sie von Neuem und die Winterepidemie von 1874 wurde grösser als die vorausgehende Sommerepidemie. Hier that Pettenkofer in überraschender Weise dar, dass das zeitliche Moment dafür, wie in Indien und anderweit, die Regenmenge in ihrer Wirkung auf die Durchfeuchtung des Bodens ist; im Jahre 1873 zeigte nämlich das Grundwasser einen ganz abnormen Gang; während für gewöhnlich das Grundwasser in München den höchsten Stand im Juni erreicht, von wo an es bis zum Januar oder Februar auf seinen tiefsten Punkt herabsinkt, trat 1873, nachdem es wie gewöhnlich bis Ende Juni gestiegen und bis Ende Juli abgesunken war, in Folge von abnorm grossen Niederschlägen bis Mitte August ein ganz ungewöhnliches Ansteigen ein, wodurch die Cholera fast ganz ausgelöscht wurde, um dann durch die nachfolgende andauernde Trockenheit zum zweiten Male erweckt zu werden. Es sind dies ganz ähnliche Wirkungen, wie man sie bei der Entwicklung der Pilze im Walde beobachtet, die auch nur bei einem ganz bestimmten Feuchtigkeits-

grad des Bodens hervorspriessen; oder wie das Faulen von Holzpfählen zunächst nur an der Grenze der Luft und des Wassers stattfindet.

Aus den Thatsachen der örtlichen und zeitlichen Disposition gieng für Pettenkofer hervor, dass nicht der Kranke uns die Krankheit bringt, sondern die Choleralokalität unter bestimmten zeitlichen Bedingungen; die Contagionisten haben umsonst versucht, die örtliche und zeitliche Disposition zu erklären. —

Nach allen diesen Erfahrungen, die er in einem aus Abhandlungen des Archivs für Hygiene aus den Jahren 1885—1887 zusammengestellten Buche „zum gegenwärtigen Stande der Cholerafrage" zusammenfasste, konnte sich Pettenkofer bestimmtere Vorstellungen darüber machen, wie denn die Cholera entsteht, d. h. sich eine Choleratheorie bilden.

Wie die Contagionisten nimmt er von Anfang an einen Mikroorganismus, einen specifischen Keim an, der unter den besonderen Verhältnissen in dem endemischen Gebiete Indiens, der Heimath der asiatischen Cholera, beständig entsteht und von diesen Orten durch den Verkehr über die ganze Erde weiter verbreitet wird. Schon in dem Jahre 1869 hat er in seiner Arbeit „über Boden und Grundwasser" sich dahin geäussert, dass die Erreger für Cholera und Typhus specifische Organismen sein müssen, zu einer Zeit wo die Arbeiten von Pasteur, Nägeli und Koch über pathogene Spaltpilze noch nicht erschienen waren und die meisten Aerzte anderer Ansicht waren, so dass er sogar desshalb von mancher Seite verspottet wurde. Allerdings giebt es eine Theorie, nach welcher die Cholera nicht nur in dem endemischen Gebiet in Indien entstehen soll, sondern zeitweise überall, wo sie vorkommt, also auch bei uns, und zwar durch unbekannte atmosphärische Ursachen; es ist dies die autochtonistische Theorie, welche namentlich von dem erfahrenen James Cuningham in Calkutta ausgedacht worden ist und viel Beachtung gefunden hat, aber seit dem Nachweis von dem Einfluss des Verkehrs und der Entdeckung der Mikroorganismen als Träger

und Erreger der Infektion nicht mehr haltbar ist. Der über die Länder ausgesäete Keim stirbt nach einiger Zeit ab und wird dann von Neuem wieder aus Indien eingeschleppt. Die Contagionisten lassen diesen Keim ausschliesslich im Darmkanal des Cholerakranken erzeugt werden und glauben, wie gesagt, der kranke Mensch übernehme ausserhalb des endemischen Gebietes von Niederbengalen die Verbreitung, er stecke den Gesunden an, indem der vorzüglich durch das Trinkwasser in ihn gelangte Keim sich im Darmkanal ins Ungemessene vermehrt und in den Diarrhöen wieder ausgeschieden wird. In solcher Weise wäre der ganze Vorgang ja ausserordentlich einfach, aber es stehen dieser contagionistischen Auffassung alle die schon früher aufgeführten Thatsachen entgegen. Der Keim, welchen Pettenkofer das damals noch unbekannte *x* nennt, ist nach ihm als solcher gar nicht ansteckend, wesshalb für gewöhnlich der Kranke oder seine Entleerungen und was von ihm kommt, die Gesunden nicht krank zu machen vermögen. Dieser Keim wird zwar durch den Verkehr verbreitet, aber nicht nur durch den Kranken, sondern auch durch von Choleraorten kommende Gesunde und andere Gegenstände, an denen er haftet. Pettenkofer giebt nach seinen Erfahrungen in keinem Falle, wie schon erwähnt, die direkte entogene Uebertragung dieses Keims vom Kranken auf Gesunde zu. Der specifische Keim *x* ist der jetzt durch Robert Kochs glänzende Entdeckung bekannte Kommabazillus, der also nach Pettenkofers Vorstellung als solcher nicht der wirkliche Erreger der Cholera ist, weil er noch nicht infektionstüchtig oder virulent ist und es erst durch gewisse weitere Einwirkungen wird. Der unschuldige Keim *x* kann in einem unreifen, nicht giftigen Zustand längere Zeit vorher z. B. von Gesunden an einem Orte eingeschleppt sein, ohne dass er eine schädliche Wirkung entfaltet, denn die Zeit des Ausbruchs einer Epidemie ist nicht die Zeit der Einschleppung des Keims; desshalb ist es so fehlerhaft und giebt es zu so grossen Irrthümern Veranlassung, den ersten vor Ausbruch einer Epidemie in einen Ort gekommenen Cholerakranken als den Giftbringer an-

zusehen. Man ist dadurch zu der irrigen Vorstellung verleitet worden, dass ein von einem Kranken mitgebrachter Keim sich in wenigen Tagen an einem Orte gewaltig vermehren und eine Epidemie hervorbringen könne. Es wird sich wohl kaum je feststellen lassen, wann und wodurch die erste Einschleppung des Keims stattgefunden hat.

Ausser dem Keim *x* gehört aber nach der lokalistischen Anschauung zum Entstehen einer Choleraepidemie noch etwas Weiteres, ein *y*, was nach den von Pettenkofer beigebrachten Thatsachen vom Boden abstammt, mit dem der Keim *x* in Beziehung gelangen muss; es sind dies die schon betrachteten örtlichen und zeitlichen Hilfsursachen, welche gleich wesentlich wie der Keim *x* sind und durch einen bestimmten Grad der Durchfeuchtung eines porösen, mit faulenden Stoffen durchsetzten Bodens gegeben ist; das *y* ist also nicht überall und nicht immer zugegen. Wie will man sich nun die Wirkung eines solchen Bodens, des *y*, denken? Pettenkofer stellte sich zuletzt vor, dass durch die genannten Bodenverhältnisse stellen- und zeitenweise ein chemisch und physikalisch geeigneter Nährboden für den durch den Verkehr verbreiteten unschädlichen Keim *x* geschaffen wird oder vielleicht ein organisirter Wirth entsteht, auf oder in welchem sich die inficirende Form des Keims entwickelt, welche dann erst den Menschen krank macht. *y* hat demnach Pettenkofer die Summe örtlicher und zeitlicher theils bekannter theils unbekannter Bedingungen im Boden genannt, welche dazu nothwendig sind, den durch den Verkehr verbreiteten Keim *x* ausserhalb des Organismus im Boden so zu vermehren oder ihm auch die Giftigkeit zu ertheilen, um infectionsfähig zu werden; es wäre also eine Art Reifungsvorgang im Boden oder wie man jetzt sagen würde, eine Erzeugung von Dauerformen des Keims oder die Erweckung und Steigerung von toxischen Eigenschaften. Durch diese Einwirkung von *y* auf *x* entsteht nach der monoblastischen Theorie Pettenkofers erst der giftige Keim *z*. Man könnte sich die Sache allerdings noch anders vorstellen; das verstorbene Mitglied

unserer Akademie, der geistreiche Botaniker Nägeli, denkt sich nämlich, dass zur Erzeugung des giftigen Infektionsstoffes zwei organisirte Keime oder Pilze nöthig sind: der eine transportable kommt vom Kranken auf den Gesunden (Contagium); er wirkt aber erst, wenn der Mensch durch einen andern nicht transportabeln Pilz, der aus einem siechbaren Boden herrührt, individuell disponirt worden ist (Miasma); diese diblastische Theorie Nägelis ist Pettenkofer ganz sympathisch, weil auch bei ihr, wie bei seiner monoblastischen, etwas von der Lokalität Ausgehendes als nothwendig angenommen wird; aber es ist ihm seine Theorie für gewisse Fälle wahrscheinlicher z. B. für die Cholera auf Schiffen.

Diese Wirkung des y des Bodens auf das x ist zum Zustandekommen einer Epidemie unerlässlich. Es kommen zwar seltene Fälle vor, wo ohne vorherige Einwirkung des Bodens direkte Ansteckungen von einem Cholerakranken oder von seinen Entleerungen oder seiner verunreinigten Wäsche durch den Keim x stattzufinden scheinen. Diese seltenen Fälle, für welche Pettenkofer selbst Beispiele beigebracht hat und bei denen es zumeist bei einzelnen Erkrankungen bleibt und bei Fehlen der lokalen Disposition keine Epidemien sich entwickeln, hält er für nicht gehörig analysirt und ebenfalls für ektogen entstanden. Nach seiner Meinung steckt auch hier nicht der Keim x an, sondern das giftige im Boden entstandene z, welches für gewöhnlich in so geringer Menge aufgenommen wird, dass es eben zur Ansteckung einer einzigen Person zureicht, jedoch in gewissen Fällen in grösserer Quantität in irgend einer Verpackung verschleppt wird, so dass mehrere Personen davon erkranken können; oder es hat das x etwas gefunden, was ausnahmsweise die Rolle des Bodens übernimmt, in was es sich zu einer für einige Infektionen genügenden Menge von giftigem z entwickelt z. B. in unreiner Wäsche oder Lumpen, Papier und Packeten oder weiteren dazu geeigneten Orten auf Schiffen, Zwischendecken sowie anderen Stellen der Wohnungen. Alle diese Raritäten hat Pettenkofer verfolgt und soweit es möglich war, in seinem Sinne zu erklären gesucht. Es ist ja richtig, die

lokalistische Theorie ist nicht so einfach wie die contagionistische und muss mit mehreren theilweise noch unbekannten Grössen rechnen, wesshalb für den nicht tiefer in die Sache Eindringenden die letztere Lehre stets plausibler erscheinen wird. —

Endlich bedarf es noch einer Disposition der Individuen zu erkranken, einer Bedingung, deren Ursachen noch recht dunkel sind. Man kann nur sagen, dass die verschiedenen Personen der krank machenden Ursache einen grösseren oder geringeren Widerstand entgegensetzen, und Alles was die normalen physiologischen Zustände stört oder die Gesundheit schwächt, zur Cholera disponirt. Pettenkofer hat sich bemüht, auch hierüber Klarheit zu bringen, aber es nicht viel weiter gebracht als zur Aufzählung einiger möglichen Einflüsse: höheres Lebensalter, Armuth, Schwächlichkeit, abnormer Wassergehalt des Körpers, dann schlechte Luft, unreines Wasser, mangelhafte Ernährung, Diätfehler, schlechte Nahrung, unzweckmässige Bekleidung, Unreinlichkeit, körperliche und geistige Ueberanstrengung, Ausschweifungen und Exzesse jeder Art, psychische Affekte, deprimirende Gemüthsstimmung, Furcht, alles was Diarrhöen hervorruft etc. etc. Es wird noch recht vieler Arbeit bedürfen, um dieses Gebiet aufzuhellen. Nach Hueppe und Flügge soll die Krankheitsanlage, die Disposition, durch die örtlichen Verhältnisse so beeinflusst werden, dass der Krankheitserreger wirksam werden kann; sie nehmen also nicht einen Reifungsvorgang des letzteren an, aber ebenfalls einen Einfluss der Oertlichkeit. —

Bei der Untersuchung der Verbreitungsart der Cholera und des Typhus tritt noch die wichtige, viel besprochene Frage auf, wie der giftige Infektionsstoff, der Bazillus der Contagionisten oder das *z* der Lokalisten in den Körper des Menschen gelangt; es könnte dies durch die Nahrung geschehen oder durch das Trinkwasser oder durch die Luft. Durch die Nahrung wird die Aufnahme in der Regel nicht stattfinden, die gewöhnlichen Erfahrungen lassen sich damit nicht in Einklang bringen. Aber der Weg durch das Trinkwasser, welches Alle geniessen, schien das plötzliche Aufflammen und die

sehr heftig. Als aber die Lambeth-Gesellschaft im Jahre 1853—1854 weiter aufwärts der Themse, wo noch keine Siele einmündeten, ihr Wasser entnahm, trat in ihrem Bezirke die Cholera in viel geringerem Grade auf, so dass in ihm über dreimal weniger Todesfälle vorkamen als im Vauxhall-Bezirk. Die Thatsache ist ja gewiss vollkommen richtig, aber Pettenkofer machte später gegen die Erklärung, nach der das getrunkene Wasser der Uebelthäter sein soll, geltend, dass das unreine Vauxhall-Wasser ja auch als Nutzwasser den Untergrund der Häuser verunreinigt haben könne, woraus sich dann das örtliche Moment entwickelte, während der Boden des Lambeth-Bezirkes sich reinigte.

Pettenkofer wurde durch den Verlauf der Cholera in München im Jahre 1854, wo, wie schon angegeben, die Verhältnisse zur Entscheidung der Frage besonders günstig lagen, dazu geführt, bestimmtest auszusprechen, dass dabei das Trinkwasser auch nicht einmal eine untergeordnete Rolle gespielt haben könne und in ihm kein ursächliches Moment für die epidemische Cholera zu suchen sei; auch später gelang es ihm nicht trotz eifrigen und vorurtheilsfreien Suchens für München und andere Orte einen Einfluss des Trinkwassers auf die Cholera oder den Typhus zu entdecken, obwohl gerade in München für den Typhus Alles eine solche Wirkung annahm und namentlich die Fremden vor dem Genuss des Wassers gewarnt wurden.

Es erhob sich darüber ein langwieriger, hartnäckig geführter Streit, bei dem Pettenkofer wohl die meisten Gegner gefunden hat. Aber er vertheidigte seine Ansichten bis zuletzt, indem er immer wieder treffende Thatsachen dafür beizubringen und die Gegenreden zu widerlegen suchte, gewiss nicht aus Rechthaberei, sondern aus innerster Ueberzeugung und in dem Drang die Wahrheit herauszubringen.

Solche Fälle, wo trotz heftiger Choleraausbrüche das Trinkwasser nicht betheiliget sein konnte, mehrten sich, und viele Fälle, welche einen solchen Einfluss beweisen sollten, wurden von ihm als falsche Beobachtungen und Behauptungen oder als unrichtige Deutungen

erkannt. So oft er ein angebliches Beweisstück näher untersuchte, zerfiel es für ihn in unbrauchbare Stücke.

In dem vorher angegebenen von Buxbaum beschriebenen Falle in der Kaserne zu Freising tranken die Soldaten der beiden Abtheilungen das nämliche Wasser und doch wurde bei zwei Epidemien nur die eine Abtheilung vom Typhus ergriffen. Der fürchterliche Choleraausbruch in der Gefangenanstalt zu Laufen hat nichts mit dem Essen oder dem Trinkwasser zu thun, denn bei dem gleichen Essen und Trinkwasser vertheilte sich die Krankheit unter den Gefangenen äusserst ungleich und die Wachmannschaft blieb ganz frei. Ebenso wurde in dem Strafarbeitshaus zu Rebdorf sowie in den Kasernen zu München die Annahme einer Betheiligung des Trinkwassers durch die sorgfältigsten Erhebungen als unmöglich erwiesen. Auch aus anderen Orten kamen die gleichen Meldungen: nach den Berichten des Ingenieurs Settimio Monti kann man Genua, das nach dem Verlauf der Cholera vom Jahr 1884 als ein Bollwerk für die Trinkwassertheorie galt, nicht mehr als Beweis dafür angeben, ebenso nicht Neapel nach Spatuzzis Beobachtungen; auch auf Malta ist die Trinkwasserhypothese keiner Anwendung fähig. Und von Indien sagt James Cuningham in seinem Berichte von 1872, dass von da kein Fall je beigebracht worden sei, in welchem guter Grund liegt zu glauben, dass mit Choleraausleerungen verunreinigtes Wasser wirklich Cholera hervorgerufen habe; die Trinkwassertheorie werde durch die ganze Geschichte der Cholera in Indien verneint.

Es ist von grossem Interesse für die zukünftige Forschung einige Beispiele kennen zu lernen, welche die Gegner als Beweise für ihre Annahme vom Einfluss des Trinkwassers vorgebracht haben.

In der Stadt Roveredo sollte nach Einführung einer neuen Trinkwasserleitung (1845) aus der Spino-Quelle der Typhus verschwunden sein; aber Dr. Ruggero Cobelli, an welchen Pettenkofer sich wendete, schrieb, dass nach der Einführung noch der Typhus epidemisch vorkam und überhaupt durch das neue Trinkwasser keine wahrnehmbare Aenderung in der Sterblichkeit an Typhus eingetreten sei.

In der sächsischen Stadt Elsterberg wurden Cholera- und Typhuserkrankungen nur an einem kleinen Theile, an einer bestimmten Ecke beobachtet, wo ein gegrabener Brunnen mit unreinem Wasser sich befand, während die übrige Stadt mit zugeleitetem gutem Wasser versorgt wurde. Da musste nun das Wasser dieses Brunnens den Schaden angerichtet haben, obwohl, wie Günther darthat, Niemand Wasser aus demselben trank, weil es ungeniessbar war.

Als in München (1865) der Typhus abnahm, da hiess es alsbald, dies günstige Resultat käme von der Einführung der neuen Pettenkofer-Wasserleitung aus Thalkirchen her, und doch versorgte dieselbe nur einen kleinen Theil der Stadt und bestanden die übrigen Leitungen noch fort, ja es fiel unmittelbar nach Einführung der neuen Leitung die grösste Typhus-Epidemie im Zeitraum von 30 Jahren.

Das Fort William bei Calkutta war sehr ungesund und erlebte heftige Choleraepidemien; da entschloss man sich (1885) zu den in England gebräuchlichen sanitären Maassregeln: es wurde die Drainage der Festung eingeführt, die Abtritteinrichtungen verbessert, reines Trinkwasser zugeleitet etc. etc., und siehe da, die Cholera trat nicht mehr auf. Die Anhänger der Trinkwassertheorie versäumten nicht, den Erfolg einseitig vom Trinkwasser abzuleiten, ohne zu bedenken, dass ja noch andere Verbesserungen getroffen wurden und die Cholera schon abzunehmen begann vor der Aenderung des etwas später eingeführten Trinkwassers.

Der berühmteste Fall ist wohl der in Golden-Square, einem Stadttheil in London, mit dem Brunnen in Broad-Street, der die Wiege der bekannten Trinkwasserhypothese von Snow ward. Während der heftigen Choleraepidemie in Golden-Square (1854) starben zu Hampstead im Westende von London zwei Damen, welche von der Broad-Street-Pumpe getrunken hatten, deren beliebtes Wasser der Sohn der einen Dame gebracht hatte, an der Cholera; also musste das Wasser den Tod herbeigeführt haben. Man erfuhr jedoch, dass der bei seiner Mutter wohnende Sohn den Tag über in seiner Fabrik zubrachte,

die heftig von der Cholera heimgesucht war, und daher doch viel leichter von daher die Krankheit verschleppt haben konnte.

Endlich wäre noch die von Netten Radcliff beschriebene Choleraepidemie vom Jahre 1866 in Ostlondon zu erwähnen, wo man ebenfalls das Trinkwasser beschuldigte. Pettenkofer hat in einer Kritik dargelegt, dass diese Annahme nicht gerechtfertiget ist und der Fall ebenfalls aus örtlichen Ursachen erklärt werden müsse; namentlich that dann der Medical Officer der City Dr. Letheby (1868) auf das Klarste dar, dass die Angaben von Radcliff vollständig unberechtigt waren.

Es ist richtig, dass in England in den letzten Jahrzehnten der Typhus ganz erheblich abgenommen hat; aber dies braucht nicht ausschliesslich durch die Einführung eines reinen Trinkwassers erfolgt zu sein, wie man in England ohne Weiteres annimmt, denn neben der reichlichen Versorgung mit reinem Wasser wurden, wie im Fort William, noch andere grossartige Sanitätswerke durchgeführt, wodurch nicht nur das Wasser, sondern auch der Boden und die Luft rein gemacht wurden. Niemand vermag anzugeben, wieviel von dem Erfolg auf die grössere Reinheit des Trinkwassers zu setzen ist.

Alle seine Beobachtungen führten Pettenkofer dazu, sich an andere Abkömmlinge des Bodens zu wenden als an das Trinkwasser. Er sagte sich: ist in einem einzigen Falle das Trinkwasser ohne Einfluss, dann wird sein Einfluss auch in den übrigen Fällen zweifelhaft; er hielt daher die vereinzelten Epidemien, welche auf den ersten Blick für die Trinkwassertheorie sprechen, für zufällige Coincidenzen, bei denen man bei sorgfältigerer Prüfung einen anderen Grund gefunden hätte.

Wenn sich für gewöhnlich bei genauer Beobachtung kein Einfluss des Trinkwassers nachweisen lässt und es Fälle giebt, wo trotz des besten Trinkwassers die heftigsten Cholera- und Typhus-Ausbrüche stattgefunden haben wie z. B. in Basel, so erkennen die Gegner nach Pettenkofer die Regel nicht, sie bringen die seltenen scheinbaren Ausnahmen als positive Fälle, welche allein beweisen sollen,

und nennen negativ die gewöhnlichen Fälle, wo man keinen Einfluss wahrnimmt, welche aber nichts beweisen sollen.

Pettenkofer hält schlechtes Trinkwasser auch für schädlich und er nennt sich sogar einen Trinkwasserfanatiker, der die Versorgung mit reinem Wasser noch in viel höherem Grade verlangt als die Trinkwassertheoretiker; nur konnte er sich nicht entschliessen zuzugeben, dass nach Einführung reinsten Trinkwassers die Cholera und der Typhus aufhören werden, da er fürchtete alsbald durch die Thatsachen widerlegt zu werden. Er erklärte sich die Wirkung unreinen Wassers in anderer Weise; das unreine Wasser wird ja nicht blos getrunken, sondern es dient auch zu vielen Verrichtungen im Hause, zum Kochen, zum Waschen, zum Reinigen der Fussböden etc. etc.; das Trinken unreinen Wassers ist nicht nachweislich schädlich, wie das Trinken des Cysternenwassers, des Schwarzwassers in der Umgegend von Eichstätt, beweist. Das unreine Wasser kann gesundheitsschädliche Wirkungen haben dadurch, dass es als Nutzwasser Nährstoffe für pathogene Mikroorganismen führt, welche Nährstoffe sich durch Verdunsten des Wassers im Haus und auf dem Erdboden allmählich concentriren und so Brutstätten für die schon im Boden vorhandenen pathogenen Keime bilden, oder auch dadurch, dass das Wasser die Rolle des menschlichen Verkehrs übernimmt und pathogene Keime mit sich führt, die sich auf einem günstigen Nährboden in oder am Hause vermehren und dann aus dem Boden auf den Menschen übergehen und ihn inficiren.

Die reichliche Versorgung der Strassen sowie die Häuser in allen Stockwerken mit reinem Wasser besorgt die Fortschaffung alles schwemmbaren Unrathes und stört die Fäulnissprozesse. Die Trinkwassertheorie ist grösseren Sanitätswerken wenig günstig, man braucht für nichts weiter zu sorgen als für dieses unfehlbare Universalmittel, während die lokalistische Theorie die Versorgung mit grossen Mengen reinsten Wassers zur allgemeinen Reinlichkeit verlangt.

Pettenkofer betrachtete die Trinkwasserfrage, namentlich für den Typhus, durchaus nicht für erlediget, nur befürchtete er, dass,

wenn man sie schon für abgemacht hält, wie es vielfach geschieht, jede weitere Forschung aufhört; er wünschte, dass bei der Beweisführung mehr Strenge und Genauigkeit angewendet werde, und er wollte durch seine Darlegungen eine Anleitung geben, wie man dabei verfahren müsse, sowie auf die Fehler aufmerksam machen, die begangen worden sind.

Bricht irgendwo eine Epidemie aus, so ist häufig gleich, ohne eine genauere Prüfung und epidemiologische Kritik nach dem Vorbilde Pettenkofers und ohne den Zusammenhang mit anderen gleichwerthigen lokalen Einflüssen zu beachten, das unreine Trinkwasser die Ursache. Der Trinkwasserglauben ist so bequem und man hat nicht nöthig, umständliche Untersuchungen zu machen, da man Unreinlichkeit überall finden wird. Man braucht nur anzunehmen, dass etwas von einer Choleradiarrhöe in einem Fluss und von da in die Wasserleitung gelangt ist, von der aus durch den Genuss des Wassers Tausende von Menschen inficirt worden sind; aber man bedenkt gewöhnlich nicht, um welch' geringe Spuren von Substanz es sich bei der enormen Verdünnung handelt, sowie dass es noch nicht mit Sicherheit gelungen ist, in solchen Trinkwassern den schädlichen Bazillus nachzuweisen, ja dass in demselben die pathogenen Mikroorganismen in kurzer Zeit zu Grunde gehen. Mir will scheinen, als ob man z. B. bei der Choleraepidemie in Hamburg 1892, die man als sicheren Beweis für die Trinkwassertheorie angesehen hat, doch nicht genügend die durch den für Fäulnissprozesse günstigen Stand des Grundwassers gesetzten Bodenverhältnisse beachtet habe.

Es handelt sich hier um äusserst verwickelte Vorgänge, deren Aufhellung schwierig ist und eine besondere Beobachtungsgabe und Uebung voraussetzt, um das Wesentliche von dem Unwesentlichen zu trennen oder aus dem Zufälligen das Gesetzmässige auszulesen. Nicht Jeder ist von vorn herein dafür befähiget, Pettenkofer war es in seltenem Maasse; es ist nur zu befürchten, dass in Zukunft sein Scharfblick vielfach fehlen wird und ungenügende Beobachtungen

als die Wahrheit ausgegeben werden. Sehr beherzigenswerthe Worte spricht James Cuningham aus, wenn er sagt: „es ist fast unglaublich, dass in einer wissenschaftlichen Frage von so grosser Bedeutung blosse Behauptungen ohne alle thatsächliche Unterlage, blosse Behauptungen — so wie sie von keinem Gerichtshofe, selbst in der unbedeutendsten Sache, die vor ihn käme, hingenommen würden — nicht allein vorgebracht, sondern als entscheidend angesehen worden sind". Trotz alledem ist Pettenkofer mit seiner Auffassung über das Trinkwasser nicht durchgedrungen und er hatte hierin zuletzt nur mehr wenige Anhänger; er wäre jedoch, dies weiss ich gewiss, der Erste gewesen, einen Einfluss der Art zuzugeben, wenn bestimmte Fälle, in seiner Weise untersucht, sicher gegen ihn entschieden hätten: so blieb er dabei, man könnte die Thatsachen der örtlichen und zeitlichen Disposition nicht mit dem Trinkwasser verbinden. Darum nahm er an, dass der pathogene Keim *z* sich vom Boden aus im Wesentlichen durch die Luft verbreitet; auch diese Uebertragung wird jetzt von Vielen für unmöglich gehalten. —

Schliesslich ist noch der von Pettenkofer empfohlenen Maassregeln zur Verhütung und Bekämpfung der Epidemien zu gedenken. Dieselben entwickelten sich folgerichtig aus seinen jeweiligen Anschauungen über die Ursachen und die Verbreitung der Seuchen und änderten sich demgemäss.

Gewöhnlich meint man, das Handeln in der praktischen Medizin wäre der Erfahrung entsprungen; dieses Thun gründet sich jedoch zu einem grossen Theil auf theoretische Anschauungen, die sich im Laufe der Zeit als unrichtig erweisen können, womit dann auch die darauf aufgebaute Praxis fallen muss; wie oft hat die Medizin solche Wandlungen erlebt und das vorher als das Beste gepriesene verdammt. So ruht auch die Praxis zur Verhütung der Epidemien auf den herrschenden Theorien. Noch zuletzt vermochte Pettenkofer nichts Besseres hierüber zu sagen, als das, was er schon im Jahre 1873 in seiner ausgezeichneten Schrift: „was man gegen die Cholera thun kann" zusammengefasst hat; dieselbe war im Auftrage

und Einverständniss des Gesundheitsrathes der Stadt München als populäre Ansprache zur Belehrung und Beruhigung des Publikums verfasst worden.

Die ersten Maassnahmen gegen die Seuchen waren unter dem Eindrucke der contagionistischen Theorie getroffen worden; was hätte man da Besseres thun können, als die von Osten her kommende Krankheit abzusperren und in ihrem Vordringen aufzuhalten durch Cordone und Quarantänen? Schon im Jahre 1854 hielt jedoch Pettenkofer die Cordone und Quarantänen, die 40 Tage der Contumaz in Hafenplätzen, für nutzlos, obwohl die Krankheit durch den menschlichen Verkehr verbreitet wird, entsprechend seiner Ansicht, dass der Kranke nicht direkt ansteckt. Die Maassregeln zur Verhinderung der Einschleppung in Länder und Orte können keinen Erfolg haben, denn sie kommen gewöhnlich zu spät, weil der Keim nicht nur von Kranken, sondern auch von Gesunden aus der Lokalität verschleppt wird und Monate und Jahre latent bleiben kann. Auch durch die penibelste Absperrung ist man nicht im Stande, das Eindringen der Keime zu verhindern oder eine Sperre pilzdicht zu machen, die Absperrenden können die Uebertragung ja ebenso gut bewirken. Ohne jede Isolirung und bei völlig ungehindertem Verkehr ist die Cholera an gewissen Orten nie aufgetreten; der persische Meerbusen z. B. erwies sich ohne Quarantäne stets immun trotz des unaufhörlichen Seeverkehrs mit grossen Choleraherden. Andererseits war die so leicht zu überwachende Insel Malta auch durch die sorgfältigste Quarantäne nicht zu schützen. Die Quarantänen haben niemals die Cholera in ihrem Vordringen aufgehalten oder beschränkt; wo man genauer prüfte, hat sich die gleiche Nutzlosigkeit derselben herausgestellt; sie schützen nur scheinbar da, wo keine örtliche und zeitliche Disposition besteht. Pettenkofer hat sich nicht leichtsinnig zu seiner Verdammung der Quarantänen entschlossen, nicht nur wegen ihrer Erfolglosigkeit, sondern auch weil sie den Verkehr und Handel nutzlos schädigen und enorme Summen verschlingen. Man würde heut zu Tage lieber das Unglück einer

Seuche ertragen als eine grössere und längere Hemmung des Verkehrs. Es wäre besser gewesen, das viele Geld, welches die Quarantänen schon gekostet haben, für andere heilsame sanitäre Zwecke zu verwenden. Die Engländer waren darum nie zu bewegen, bei sich die Quarantänen einzuführen, nicht aus Habsucht, sondern weil dieselben vollständig zwecklos sind und mehr schaden als nützen. Douglas Cuningham sagt nach seinen Erfahrungen in Indien: bei jeder Gelegenheit, wo Quarantänen oder ähnliche Maassregeln erzwungen werden, müssen die eifrigsten Verfechter solcher Maassregeln zugeben, dass eine läppische Verschwendung an Geld und Mühe stattgefunden hat. Trotzdem vermochte sich die internationale sanitäre Conferenz zu Rom (1885) noch nicht ganz von der contagionistischen Theorie loszumachen, indem die Majorität sich noch für die Quarantänen aussprach. In unbegreiflicher Weise hat bei uns die rein contagionistische Lehre neuerdings unter dem Einfluss der Bakteriologie wieder ihr Haupt erhoben und wird abermals die Absperrung als Mittel im Kampf um die Cholera und den Typhus empfohlen. Ist kein Pettenkofer da?

Auch weitere Beschränkungen zu Lande hindern nicht die Verbreitung des Cholerakeims; an einem einmal ergriffenen Orte ist mit Verkehrsbeschränkungen wenig mehr zu machen wie z. B. mit der Ueberwachung des Eisenbahnverkehrs an der Grenze, die nur eine Plackerei des Publikums ist. Man hat die grossen Pilgerzüge in Indien als Träger der Cholera beschuldiget und verbieten wollen; dies hat sich jedoch, wie vorher schon angegeben worden ist, durch die Beobachtungen der indischen Choleraforscher Bryden, James Cuningham und Bellew als irrthümlich erwiesen: die Verbreitung der Seuche wäre ohne die Pilger die gleiche gewesen. Ebenso ist es mit der Kriegscholera in Europa; die Kriegszüge ändern nichts an der geographischen Verbreitung der Cholera, sie wird stets an die örtlich und zeitlich disponirten Orte gelangen auch ohne Soldaten; allerdings sterben in Folge der ungünstigen Bedingungen im Felde von den ergriffenen Soldaten mehr als im

Frieden, aber man darf nach der lokalistischen Theorie ungescheut die erkrankten Soldaten von einem inficirten Kriegsschauplatz in ein cholerafreies, nicht disponirtes Hinterland evakuiren. Nach diesen Prinzipien bringt auch die Choleraflucht aus einem von der Krankheit ergriffenen Ort nach einem nicht disponirten Orte keine besondere Gefahr; es können vielleicht einzelne Ansteckungen, aber keine Epidemien erfolgen; man wird dabei nach als immun bekannten Orten ziehen, sowie man in Indien bei Hausepidemien die inficirten Kasernen oder Gefängnisse oder Spitäler verlässt und einen siechfreien Platz aufsucht, oder auch für Lagerplätze einen unempfänglichen Boden wählt.

Jahrmärkte und andere Volksversammlungen in einem von Cholera ergriffenen Orte könnte man, besonders im Interesse der Ankömmlinge untersagen, wenn nicht grosse Interessen davon abhängen; aus diesem Grunde duldete man (1866) die Abhaltung der besuchten Messe in dem heftig ergriffenen Leipzig und doch fiel gerade in die Zeit derselben der rapide Abfall der Krankheit.

Nach dem früher Gesagten ist auch die Isolirung der Cholerakranken in besonderen Choleraspitälern nutzlos und die zwangsweise Entfernung der Kranken aus der Familie und dem Haus eine geradezu barbarische Maassnahme.

Ausser durch solche Absperrungsmaassregeln suchte man die Verbreitung der Cholera und des Typhus zu verhindern durch Tödtung des Keims mit Hilfe der Desinfektion, namentlich in den Exkrementen, und man erblickte darin ein souveränes Mittel. Pettenkofer war in der ersten Zeit (1854), wie schon berichtet wurde, auch noch der Meinung, es wäre der Infektionsstoff in den frischen Entleerungen der Kranken enthalten, und er sprach sich daher für die Desinfektion derselben sowie der Abtritte aus, um den Keim durch Hinderung der Fäulniss und Gährung wirkungslos zu machen. Noch im Jahre 1865 äusserte er sich dahin, man habe noch kein Recht, die Desinfektion für bedeutungslos zu halten, und es schien ihm eine möglichst sorgfältige allgemeine und fortgesetzte Desinfektion

der Exkremente mit schwefliger Säure und Eisenvitriol, die jedoch nach den neueren bakteriologischen Untersuchungen den Kommabazillus nicht tödten, den meisten Erfolg zu versprechen. In dem Cholera-Regulativ von Griesinger, Wunderlich und Pettenkofer vom Jahre 1866 stand die Desinfektion noch an der Spitze der Maassregeln gegen die Cholera; als er 1873 im Auftrage des Gesundheitsraths seine Ansprache an das Publikum schrieb, gab er schon nichts mehr auf die Desinfektion, aber die Majorität des Gesundheitsraths war noch dafür und empfahl sie, so dass bei der Epidemie von 1873/74, besonders in der zweiten Winterepidemie, noch fleissig desinficirt wurde, sicherlich ohne jeden Erfolg. Die Cholera von 1866 hatte seinen Desinfektionsglauben erschüttert und er kam in der Folge immer mehr davon ab, nachdem er erkannte, dass die frischen und alten Exkremente den giftigen Keim gar nicht enthalten und also unschädlich sind; selbst wenn man den in den Ausleerungen befindlichen Keim x vollständig zerstören könnte, würde dies doch einen zeitlich disponirten Ort nicht schützen, weil man den sonstigen Verkehr nicht verhindern hann und der Keim anderweit wohl schon längst eingeschleppt ist. Die Desinfektion beruht nach ihm auf unerwiesenen theoretischen Vorstellungen und kein Mensch weiss vorläufig etwas darüber anzugeben, ob die Heftigkeit einer Epidemie durch die bisherigen Bestrebungen in dieser Richtung auch nur im Geringsten beeinflusst worden ist. Die von den Bakteriologen angegebene Desinfektion der Gegenstände mit strömendem Wasserdampf und 5prozentiger Karbolsäure, der Stubenböden und Fehlböden mit 1 pro mille Sublimatlösung ist wohl auf den Bacillus wirksam, aber man wird damit bei Epidemien wahrscheinlich zumeist zu spät kommen. Man giebt sich gerne der Meinung hin, man habe durch energische Desinfektion die Cholera lokalisirt und zum Erlöschen gebracht, z. B. bei der letzten Epidemie in Hamburg; man kann dies nicht nachweisen, wenigstens ist die Epidemie von 1854 in München ohne eine solche Maassregel ebenso verlaufen wie die in Hamburg; wahrscheinlich hat Hamburg der theoretischen

Ansicht über die Verbreitungsart der Cholera viele Millionen geopfert.

Jede contagionistische Maassregel belästiget und beunruhiget das Publikum und bewirkt nur, dass Jeder den Anderen flieht, statt ihm zu helfen; die Erklärung der bayerischen Regierung im Jahre 1836, dass die Cholera keine ansteckende Krankheit sei und dass man den Verkehr ganz ungehindert lassen dürfe, hat das Publikum ungemein beruhiget.

Die Hauptaufgabe ist jedoch nach der lokalistischen Anschauung, schon in der epidemiefreien Zeit, bevor die Seuche erscheint, ihre Entstehung zu verhüten durch die geeigneten Maassregeln gegen die unentbehrlichen Bedingungen für dieselbe, gegen die örtliche und zeitliche Disposition, und zwar durch möglichste Reinhaltung des Bodens und Verminderung der Fäulnissprozesse in demselben. Da sind es vor Allem die Exkremente des Menschen und der Thiere, welche den Boden einer Stadt verunreinigen können. Man hat früher vielfach gar nicht darauf geachtet, sondern alle diese Abfälle ohne jede Vorsicht in Versitz- oder Schwindgruben gesammelt, aus denen sie in den Erdboden sickerten und den Boden sowie die Luft im Hause verunreinigten; man kann sich vorstellen, in welch' erschrecklichem Grade der Grund einer Stadt durch das fortwährende Eindringen von Jauche beschmutzt wird, besonders an Orten, wo der Untergrund leicht Flüssigkeit aufnimmt wie z. B. der poröse Kies in München.

Pettenkofer dachte anfangs, man könnte dem Uebelstand abhelfen, wenn man die Gruben durch Cementirung wasserdicht anlegt, so dass aus ihnen nichts mehr in das Erdreich einzudringen vermag. Es ist dies gewiss eine wesentliche Besserung des früheren ganz entsetzlichen Zustandes gewesen, aber es ist schwierig, die Gruben wirklich wasserdicht herzustellen, und man ist genöthigt, dieselben häufig zu entleeren, da der flüssige Inhalt nicht mehr versickert. Auch musste man daneben zur Fortschaffung des Regenwassers und Schmutzwassers besondere Kanäle anlegen, und ausserdem war die

Spülung der Abtritte nicht einzuführen wegen der grossen Wassermenge, welche die Gruben zu bald gefüllt hätte. Den Uebertritt der übelriechenden Gase aus den Gruben in das Haus, deren Menge einer seiner Schüler, Erismann (1873), bestimmte, suchte er in Ermangelung des so wirksamen Wasserklosets zu verhüten durch weite oberhalb des Dachs mündende Rohre, in welchen er durch eine Gasflamme einen Zug herstellte.

Die Aufsammlung der Exkremente in Tonnen hat sich nicht besonders bewährt. Vor Allem weiss man dabei nicht, wohin man den Inhalt der häufig zu entleerenden Fässer bringen sollte; die Landwirthschaft kann denselben nur während eines kleinen Theils des Jahres verwerthen und man entleerte daher häufig in der übrigen Zeit widerrechtlich Nachts die Fässer in einen Fluss, wie es z. B. in Graz geschah, oder man suchte die Masse zu verarbeiten und aufzuspeichern, was theuer zu stehen kommt.

In einem Gutachten über die Kanalisirung der Stadt Basel (1867) vermochte Pettenkofer sich daher noch nicht für die Beseitigung der Fäkalmassen durch Fortschwemmung derselben in Kanälen zu entscheiden. Er befürchtete durch die Undichtigkeit der weit verzweigten Kanäle eine Verunreinigung des Bodens durch die ganze Stadt; auch glaubte er den Bedürfnissen der Landwirthschaft im Sinne der Liebig'schen Lehren noch Rechenschaft tragen zu müssen. Ebensowenig war er noch mit sich im Reinen, was man mit dem Inhalt der Kanäle, die auch die grossen Massen des Regen- und Schmutzwassers aufzunehmen haben, anfangen solle.

Er wollte desshalb anfangs die Abzugskanäle nur für das Regenwasser und die Abwasser der Brunnen benützt wissen, nicht einmal für die unreinen Abwässer aus Waschküchen, die Spülwasser der Küche und das zur Reinigung der Zimmerböden dienende Wasser; die flüssigen Abfälle der Gewerbe nur dann, wenn sie die Abzugswässer nicht zu sehr verunreinigen und genügend Wasser zur Spülung vorhanden ist.

Die Einleitung in die Flüsse schien ihm noch gefährlich zu sein wegen der Verunreinigung des Wassers derselben durch die Jauche.

London hatte ja hierin ein warnendes Beispiel gegeben, als die Siele der Riesenstadt ihren schmutzigen Inhalt noch in die Themse ergossen und das Wasser derselben so sehr verpesteten, dass im Sommer wegen des unerträglichen Gestanks sogar einmal die Parlamentssitzungen vertagt werden mussten; damals constatirte der grosse Naturforscher Faraday auf einer Themsefahrt an sieben Stationen, dass ganz weisse Körper, die er in den Fluss warf, schon einen Zoll unter der Oberfläche nicht mehr sichtbar waren; er hielt diese Entdeckung für wichtig genug, um sie dem Herausgeber der Times zur Veröffentlichung mitzutheilen. Dies machte solches Aufsehen, dass eine weitere Einleitung der Cloaken in den Fluss unmöglich wurde, und die Ableitung in das Meer erfolgte. Ausserdem ist durch die Kanalisierung wegen der grossen Wassermengen jede Art der Düngung der Felder, bis auf das Berieseln derselben, ausgeschlossen.

Nach und nach befreundete er sich jedoch für bestimmte Fälle mit der Abfuhr des Unraths durch Kanäle. Nicht in allen Fällen, so sagte er sich, darf man die Flüsse als Abzugswege für die Abfälle benützen, wohl aber dann, wenn dieselben so viel Wasser führen, dass stets die Exkrete und der andere Schmutz dadurch so verdünnt werden, dass daraus der Gesundheit kein Schaden mehr erwächst. Man muss also von Fall zu Fall entscheiden; das Ausschlaggebende ist die Menge und die Geschwindigkeit des Wassers und die Menge des dem Fluss bei niederstem Wasserstand zur Fortführung übergebenen Schwemmbaren. Das Schwemmsystem hat eine ganz bestimmte Grenze, wie früher London gelehrt hat, als die Themse nicht mehr für die Fortschaffung des Unraths von mehreren Millionen Menschen ausreichte.

Bestärkt durch das Beispiel der englischen Städte und durch die Besichtigung der Kanalanlagen in London sowie durch die Untersuchungen seiner Schüler Feichtinger und Wolffhügel über den geringen Grad der Verunreinigung des Bodens unter den Kanälen kam er schliesslich zu der Ueberzeugung, dass von gut angelegten,

genügend gespülten Kanälen bei richtigem Gefäll eine Verunreinigung des Untergrundes nicht zu befürchten ist. In einem für die Stadt Frankfurt a. M. (1870) verfassten Gutachten beantwortete Pettenkofer die an ihn gestellte Frage: „ob nach Maassgabe der Frankfurter Lokalverhältnisse der Einführung der Abtrittstoffe in die neu gebauten Kanäle vom sanitären Standpunkte aus Bedenken entgegenstehen?“ dahin, dass bei richtig angelegten und gespülten Wasserkloseten keine Bedenken entgegen stehen, und im Jahre 1875/76 trat er in seinen allgemeines Aufsehen erregenden, im Münchener ärztlichen Verein gehaltenen 16 Vorträgen „über Kanalisation und Abfuhr“ für München entschieden für die Abschwemmung alles Schwemmbaren durch die Kanäle ein, während der Kehricht und die Küchenabfälle in besonderen dichten Behältern gesammelt werden sollen.

Nun drängte er auf die energischsten Maassregeln, um in den Boden und das Haus nichts Schmutziges mehr gelangen zu lassen und auf die rascheste Fortschaffung aller Abfälle des menschlichen Haushalts von der Wohnung und ihrer unmittelbaren Umgebung; ferner auf reichliche Zufuhr reinen Wassers, nicht nur um gutes Trinkwasser zu schaffen, sondern auch um die grösste Reinlichkeit im Hause zu erhalten.

Durch alle diese Maassregeln gelingt es den mit Unrath imprägnirten Boden einer Stadt allmählich nach Jahren von faulenden Stoffen zu säubern. Alles wirkt nach Pettenkofer mit einander; nicht durch unreines Trinkwasser für sich allein, oder durch Unreinlichkeit für sich, z. B. in Folge mangelhaften Zustands der Aborte oder der Kanalisation entstehen die Erkrankungen, sondern nur im Zusammenhang mit der Bodenbeschaffenheit und den Schwankungen des Grundwassers, welche die lokale und zeitliche Disposition liefern. Eine von dem Staatssekretär Indiens (1885) zu einer Cholera-Conferenz in London einberufene Commission aus 14 Mitgliedern äusserte sich nach den Erfahrungen in Indien einstimmig dahin, dass sanitäre Maassregeln das einzig sichere Mittel sind, um Aus-

brüchen der Cholera vorzubeugen und ihre Verbreitung einzuschränken und ihre Strenge zu mildern; Cordone, Quarantänen seien nicht blos unnütz, sondern positiv schädlich durch unvermeidliche Härten, Beunruhigung des Publikums und Ablenkung von der Ergreifung sanitärer Maassregeln, welche das Auftreten jeder Art von Krankheit mildern.

Allein durch solche Assanirungswerke ist es in England gelungen, die Gesundheitsverhältnisse der Städte zu bessern; es ist dadurch gelungen, das vorher so ungesunde Fort William bei Calkutta gesund zu machen; und auch in Deutschland sind die früheren schlimmen Gesundheitsverhältnisse ganzer Städte wie München, Danzig, Frankfurt a. M., Berlin etc. sowie mancher Stadttheile wie der erwähnten Grube in Haidhausen bei München wesentlich gebessert worden.

Diese grossen Erfolge sind nur möglich gewesen und erreicht worden durch die auf den lokalistischen Lehren aufgebauten Maassregeln, und sie sind desshalb auch als Beweise für die Richtigkeit dieser Lehren zu betrachten. Pettenkofer glaubte aus der Geschichte und dem thatsächlichen Verhalten der Choleraepidemien unwiderleglich nachweisen zu können, dass die auf contagionistischen Grundlagen ruhenden, oft sehr kostspieligen und doch nie vollständig durchführbaren Maassregeln bisher nichts gefruchtet haben und auch in Zukunft nichts fruchten werden, dass es aber Orte und Gegenden und Zeiten giebt, welche für eine epidemische Entwicklung des durch den menschlichen Verkehr unvermeidlich verbreiteten Cholerakeims unempfänglich oder immun sind, und dass es möglich ist, auch Orte, welche nicht schon von Natur aus immun sind, durch verhältnissmässig einfache und überall durchführbare Mittel der hygienischen Kunst immun zu machen. Der Verkehr mit Choleraorten und Cholerakranken trägt nach ihm höchstens die Gefahr eines Zünders oder einer Lunte, aber die Gewalt der Epidemie hängt vom lokal angehäuften Zündstoff ab, von dem Pulver, womit die Mine zuvor geladen sein muss. Man thut klüger, den Minen und dem örtlichen Pulver in denselben nachzuspüren, als allen von

den durcheinander wirbelnden Winden des Verkehrs getragenen einzelnen Funken nachzujagen und diese alle einzeln zu löschen zu versuchen; die brennende Lunte auf einem Geschütz ohne Pulver ist ein ganz harmloses Ding. —

So war am Ende der siebenziger Jahre eine auf neuen Ideen beruhende und auf neue Thatsachen consequent aufgebaute Lehre, die Epidemiologie, herangewachsen, welche schon herrliche Früchte für die Erhaltung der Gesundheit gezeitiget hatte; man kann auch sagen, dass es zu dieser Zeit Pettenkofer gelungen war, allerdings nach hartem Ringen, seinen Anschauungen weithin Anerkennung und Geltung zu verschaffen. Man hätte bei dem damaligen Stande der Sache glauben können, dass nach und nach seine Schüler und Anhänger die ihm wohl bewussten Lücken seiner Lehre mit den von ihm angegebenen Methoden in seinem Sinne ausfüllen würden. Und doch trat eine Wendung ein, welche ihm noch die schwersten Kämpfe bereitete. Die Lehre von den niedersten Organismen, den Bakterien, als Krankheitserreger, die bei ihrem ersten Auftreten von dem Chemiker Liebig dem Anatomen Henle gegenüber so sehr verspottet worden war, wurde durch die Auffindung bestimmter Lebewesen bei bestimmten Erkrankungen immer mehr befestiget. Da kam die für die Medizin so ausserordentlich bedeutsame Entdeckung eines solchen niederen Organismus, des Kommabazillus, in den Darmentleerungen Cholerakranker durch Robert Koch (1883). Nach der Lehre von Pettenkofer war damit der Cholerakeim, das x, den er sich von jeher als belebtes Wesen vorgestellt hatte, wirklich gefunden. Aber so manche der Bakteriologen glaubten, geblendet durch den Glanz der Entdeckung, es wäre jetzt mit dem Auffinden des Keims die ganze Cholerafrage gelöst; sie sahen nichts Anderes mehr als den Keim und stellten sich wieder auf den alten längst als überwunden angesehenen rein contagionistischen Standpunkt, dem doch so viele Beobachtungen entgegenstehen, wie wenn es gar keine durch Pettenkofer gefundenen Thatsachen der Epidemiologie gäbe. Jetzt sollte auf einmal die Krankheit wieder durch den Kranken und seine

Entleerungen ohne Weiteres ansteckend sein und der Keim im Menschen sich vermehren; es sollte vorzüglich das Trinkwasser, in welches Choleraentleerungen gerathen sind, der Verbreiter des Krankheitskeimes sein, und es wurde dagegen der ganze schon verlassene contagionistische Apparat, Cordone, Quarantänen, Isolirung der Kranken, Verbot von Massenversammlungen, Desinfektion der Entleerungen sowie der Wäsche und der Krankenzimmer, Abkochen des Trinkwassers etc. wieder hervorgeholt. Die lokalistische Ansicht galt diesen Contagionisten einfach als widerlegt; man brauchte keine Rücksicht mehr darauf zu nehmen.

Aber es war durch die Bekanntschaft mit dem Kommabazillus doch nichts Anderes geschehen als in ihm der Keim x erkannt, welchen auch Pettenkofer zwar nicht als den eigentlichen giftigen Erreger der Cholera, aber als nöthige Bedingung dafür von Anfang an angenommen hatte; die Entdeckung des Kommabazillus kann doch an den epidemiologischen Thatsachen nicht das Geringste ändern; es war auch dadurch kein Widerspruch mit den letzteren vorhanden und diese gar nicht berührt. Längst vor Auffindung des Bazillus äusserte sich Pettenkofer dahin: „gesetzt, der Pathologe fände in einem Typhus- oder in einem Cholerakranken wirklich den sogenannten Typhus- oder Cholerakeim, so wäre dies wohl eine wichtige und schätzenswerthe Entdeckung, aber es wäre dadurch die für die Menschheit wichtigste Frage noch lange nicht erledigt, nämlich was einen Ort zu gewissen Zeiten zu einem Typhus- oder Choleraorte macht und was geschehen muss, um einem solchen Ort diese Eigenschaft zu benehmen".

Durch die völlige Ignorirung der epidemiologischen Thatsachen und die Wiederaufnahme des rein contagionistischen Standpunkts entstand der Widerspruch und die unausfüllbare Kluft zwischen Pettenkofer und der Koch'schen Schule, soweit sie den rein contagionistischen Standpunkt einnahm.

Es war für Pettenkofer unmöglich, zu diesen Anschauungen, die den grössten Theil seiner wissenschaftlichen Arbeit ignorirten

und bekämpften, still zu schweigen und dadurch sich scheinbar für besiegt zu erklären. Man hatte ihm in der Siegeszuversicht sogar nachgesagt, er habe bei der zweiten Berliner Cholera-Conferenz seinen lokalistischen Standpunkt aufgegeben; er ist aber den Behauptungen der contagionistischen Bakteriologen bis an sein Lebensende entschieden entgegengetreten, namentlich noch in seinem schon erwähnten Werke: „zum gegenwärtigen Stande der Cholerafrage“ (1885—1887), worin er seine Lehren ein letztes Mal zusammenfasste; es ist sein wissenschaftliches Vermächtniss, in dem er Alles nochmals auf das Gewissenhafteste prüfte; öfters hat er sich geäussert, er wäre nach wie vor durch die Thatsachen der Epidemiologie überzeugt, dass sein Standpunkt der richtige und der der Gegner der unrichtige sei.

Seine Ueberzeugung war so stark und tief, dass er beschloss, ein Experimentum crucis an seiner eigenen Person zu machen, nämlich den Cholerabazillus zu verschlucken. Wenn der Kommabazillus wirklich für sich allein durch reine Contagion die Cholera zu erzeugen vermag und zur Giftwirkung nicht noch besondere im Boden sich abspielende Einflüsse nöthig sind, dann muss er nach der contagionistischen Lehre bei Aufnahme in den Verdauungskanal die Cholera hervorbringen. Hätte man damals vorher die einseitigen Bakteriologen gefragt, sie hätten gewiss gesagt, es werde eine tödtlich verlaufende Erkrankung darnach eintreten. Pettenkofer machte den Versuch am 7. Oktober 1892 im Alter von 74 Jahren; durch die Güte von Professor Gaffky hatte er aus Hamburg, wo zu dieser Zeit die Cholera herrschte, eine frische Agar-Reinkultur des Kommabazillus erhalten, von der er eine Bouillonkultur herstellte; von derselben, die sich noch nicht ganz 24 Stunden im Brutschrank befand, nahm er einen Cubikcentimeter mit wohl einer Milliarde der gefürchteten Pilze in den leeren Magen, dessen Säure zuvor durch kohlensaures Natron abgestumpft worden war. Die Zahl der verzehrten Bakterien war weit grösser als jemals bei einer Infektion auf gewöhnlichem Wege in den Körper gelangen. Man kann sich

Uebrigens war damals bei den Bakteriologen noch nicht die Rede davon, dass die Kommabazillen nicht immer die gleiche Giftigkeit besitzen und andere Formen annehmen könnten, ja man widerstritt es; jetzt ist es, namentlich durch die Beobachtungen von Hans Buchner, dem Schüler Pettenkofers, festgestellt und allgemein anerkannt, dass die pathogenen Bakterien verschiedene Wuchsformen annehmen und wechselnde Verschiedenheit der Virulenz haben; nun soll aber gerade der Versuch Pettenkofers darthun, dass die Kommabazillen an und für sich die Cholera nicht hervorrufen, d. h. nicht virulent sind, sondern noch einer besonderen Einwirkung bedürfen, um virulent zu werden.

Man stellte Pettenkofer als einen Feind der Bakteriologie hin und erweiterte dadurch die scheinbare Kluft zwischen den beiden Lehren noch mehr. Pettenkofer hat niemals die Bakteriologie bekämpft oder gering geachtet. Er schrieb vielmehr der bakteriologischen Forschung die wichtigste Rolle zu, indem er sie für die weitere Erkennung des Wesens der Cholera und des Typhus für nothwendig hielt. Denn er sah sehr wohl ein, dass er mit seiner Methode der epidemiologischen Beobachtung nicht mehr weiter kommen könne und dass die Bakteriologie es ist, welche jetzt zur Aufhellung der örtlichen und zeitlichen Disposition die Methode des Experiments zu bringen habe durch die Untersuchung der Ueberführung des unschuldigen Kommabazillus x in den giftigen Keim z im Boden. Zu dem Zweck müsse sich jedoch die Bakteriologie, so meinte er, zuerst auf den lokalistischen Standpunkt stellen, denn mit Bakterien allein wären die epidemiologischen Thatsachen nicht zu erklären. Man hat über die Verbreitungsart und das Wesen der Cholera durch die epidemiologischen Erfahrungen schon sehr bestimmte Anhaltspunkte gewonnen und grosse praktische Erfolge erzielt, ohne den specifischen Cholerapilz zu kennen; der weitere Fortschritt wird durch die Bakteriologie geschehen, die aber noch unendlich viel zu thun haben wird, um alle diese verwickelten Verhältnisse zu entwirren. So wird schliesslich die Bakteriologie wieder zu der loka-

Gebiete anregend und befruchtend gewirkt wie Niemand vor ihm. Für Typhus und Cholera ist die „unglückselige Grundwassertheorie“ noch lange nicht beseitiget. —

Durch die im Vorstehenden geschilderte im Jahre 1851 begonnene wissenschaftliche Thätigkeit Pettenkofers, durch die consequente Untersuchung der vielen die Gesundheit schädigenden, sie erhaltenden und stärkenden Einflüsse der Umgebung hat sich allmählich ein ganz neuer Zweig der Medizin, ein grosses und fruchtbares Gebiet des Wissens und Könnens, herausgebildet, die auf die exakten Methoden der Naturforschung gegründete experimentelle Hygiene. Es ist selten vorgekommen, dass ein Mann eine ganze Wissenschaft fast ohne Vorläufer geschaffen hat.

Es hat zwar schon immer eine Hygiene gegeben, denn schon in frühester Zeit hat der Mensch werthvolle Erfahrungen über das, was ihm wohl thut und ihm schlecht bekommt, gemacht und daraus allgemeine Gesundheitsregeln und gewisse Vorschriften abgeleitet. Aus den Papyrus-Inschriften kennt man zahlreiche Regeln der öffentlichen Gesundheitspflege im alten Aegypten; in den mosaischen Gesetzen sind weise hygienische Vorschriften enthalten; auch im alten Rom musste man viele Erfahrungen hierin gesammelt haben, bis es zu den grossartigen Aquädukten ans den Albaner Bergen und zu der Erbauung der Cloaca maxima kam, welche den Unrath der grossen Stadt in die Tiber führte; erst nach einem langen Zeitraum ist England das Geburtsland der praktischen Hygiene geworden. Nicht minder sind die späteren Bestrebungen von Johann Peter Frank, die er in seinem grossen Werke: „System einer vollständigen medizinischen Polizei“ (1779—1789) niedergelegt hat oder die von Hufeland in seiner Makrobiotik enthaltenen Lehren Anläufe, die Ursachen der Erhaltung der Gesundheit zu erfahren. Auch sind vor 1851 schon allerlei Abhandlungen über Armenernährung, über Nahrungsmittel und ihre Verfälschung, über Verbesserungen in Krankenhäusern und Gefängnissen, über Heizung, Beleuchtung und Ventilation, über den gesundheitlichen Einfluss gewisser Gewerbe etc.

erschienen, aber dies waren nur Bruchstücke und keine einheitliche Lehre. Es war Pettenkofer, der die Hygiene aus dem Stadium der Empirie und blosser Vermuthungen in den Bereich der experimentellen Forschung gehoben hat.

Er nannte die von ihm geschaffene Hygiene gerne eine Physiologie der Umgebung. Die Physiologie verfolgt gewöhnlich, wie erwähnt, nur die im Organismus sich abspielenden Vorgänge, aber Pettenkofer sah ein, dass unser Befinden von so Vielem abhängt, was ausserhalb des Organismus liegt und was wir noch nicht näher kennen. Es handelt sich dabei zumeist um Dinge, deren sich Jeder im täglichen Leben bedient, an denen aber die Meisten achtlos vorüber gehen, da man glaubt, es wäre nichts mehr darüber zu sagen und man verstehe sie vollständig.

Diese äusseren Einflüsse hat Pettenkofer mit dem grössten Scharfblick beobachtet und durch mit ungewöhnlichem Geschick angestellte Versuche gedeutet: seine Untersuchungen über die Einwirkung der uns umgebenden Luft, des Wassers, welches wir trinken und im Haushalt benützen, der Kleidung, die man bis dahin nur als Schutz gegen die Unbilden der Witterung und allenfalls als Schmuck des Leibes ansah, dann der unseres weiteren Kleides, der Wohnung mit allen ihren Besonderheiten, der Heizung, der Beleuchtung und der Ventilation, des Bodens, auf dem wir wohnen etc. brachten zum ersten Male ein richtiges Verständniss der Bedeutung dieser Faktoren für das Leben des Menschen.

Obwohl man vielfach schon Gebrauch von Dingen machen kann, die man in ihrem Wesen noch nicht versteht, so war es doch für Pettenkofer klar, dass man in solcher Praxis nicht aus wirklicher Einsicht, sondern nur nach einem gewissen Instinkt und nach Traditionen handelt und dass wir erst dann, wenn wir durch die Wissenschaft das Verständniss davon gewonnen haben, die richtige Anwendung von ihnen machen, wir uns besser kleiden und besser wohnen werden.

Es findet jedoch nur derjenige die Ursachen der Dinge, der

die richtigen Methoden gelernt hat und übt und naturwissenschaftlich denkt. Ein solcher Forscher war Pettenkofer: seine Ausbildung in der Chemie, welche er in vollendeter Weise beherrschte und die er als seine Mutter liebte, gab ihm die Schulung für die naturwissenschaftliche Forschung; öfter hob er hervor, er habe frühzeitig chemisch denken gelernt, und in der Chemie denke man nicht blos qualitativ, sondern auch quantitativ und zwar ziemlich gleichmässig nach beiden Richtungen; dabei kam ihm zu Statten, dass er auch in der Physik, der Medizin und namentlich auch in der Technik in hohem Grade bewandert war. Nur so vielseitig ausgerüstet war es ihm möglich, die Forschungsmethoden der Naturwissenschaft auf jene alltäglichen Vorgänge anzuwenden und die Hygiene als experimentelle Naturwissenschaft zu begründen.

Als echter Naturforscher hatte er stets das Bestreben, von den Vorgängen quantitative Vorstellungen zu bekommen und sie messend zu verfolgen. Er war ein Pionier, der ein nur wenig bekanntes Gebiet betreten und den Nachfolgern gangbar gemacht hat; er hat dadurch eine Bewegung eingeleitet, deren Verlauf unübersehbar ist. Er wollte möglichst allgemein und weit verbreitet der Ueberzeugung Bahn brechen, dass wir noch so unendlich wenig von vielen Theilen der Hygiene wissen und dass diese für das Wohlergehen der Menschen so ungemein wichtige Wissenschaft bisher wissenschaftlich und praktisch allzusehr vernachlässiget worden ist.

Aus den Lehren der wissenschaftlichen Hygiene ergiebt sich die Kenntniss von der Verhütung der Krankheiten. Von England aus kam zuerst der Gedanke, dass das Verhüten der Krankheiten ein höheres Ziel sei als das Heilen derselben; aber niemals vorher ist es so bestimmt und so nachdrücklich, auf wissenschaftliche Erfahrungen gestützt, ausgesprochen worden wie von Pettenkofer, dass die Verhütung der Krankheiten die grosse Aufgabe Aller und jedes Einzelnen sei.

Die Hygiene ist ihm nicht nur die Lehre von den Bedingungen der Erhaltung der normalen Lebensvorgänge oder der Gesundheit,

d. h. nicht nur die Lehre von der Aetiologie und Prophyllaxe der Krankheiten, wobei er anheimgiebt, ob die erstere nicht zum Theil durch andere Kräfte erforscht werden könnte, sondern auch die Wissenschaft von der Stärkung und Vermehrung der Gesundheit. In letzterer Beziehung bezeichnete er mit Vorliebe die Hygiene als die Wirthschaftslehre der Gesundheit, welche die Werthigkeit aller Einflüsse der natürlichen und künstlichen Umgebung des Organismus zu untersuchen und festzustellen hat zur Förderung des Wohlbefindens des letzteren.

Wie er diese Gesundheitslehre verstanden wissen wollte, das hat er in zwei im Verein für Volksbildung in München 1873 gehaltenen populären Vorträgen: „über den Werth der Gesundheit für eine Stadt" in charakteristischer und beredter Weise geschildert. „Wer da lebt auf Erden," so beginnt er, „will gesund sein, denn ein Leben ohne Gesundheit ist eine Qual, eine Marter, von der Jeder Erlösung wünscht und wenns nicht mehr anders sein kann — selbst mit Verzichtung auf dieses Leben, durch den Tod." Er thut nun dar, wie der Einzelne Vortheil nicht nur von der eigenen Gesundheit zieht, sondern fast noch mehr von der Gesundheit seiner Mitmenschen. Eine Stadt schafft durch die Sorge für die Gesundheit ein Kapital, welches hohe Zinsen trägt; darum haben alle Kulturnationen auf die Gesundheit geachtet und Einrichtungen dafür getroffen: er stellt als immer noch leuchtendes Beispiel für uns die grossartigen Sanitätswerke der alten Römer hin, welche für Reinhaltung ihrer Wohnplätze, für Aquädukte, für Bäder, für Abschwemmung des Unraths in die Tiber durch die Cloaca maxima sorgten; auch die Engländer, die hierin den Römern folgten, sind uns in sanitären Einrichtungen noch voran und schätzen den Werth der Gesundheit höher wie wir. Er berechnet darnach den realen Werth der Gesundheit für eine grössere Gemeinde, indem er als Maassstab dafür die Zeit nimmt, welche das Kranksein den Geschäften entzieht und welchen pekuniären Nachtheil wir dadurch erleiden; er erhält dabei für München bei 170000 Einwohnern 3.4 Millionen

Gulden jährlich; wenn die Stadt München durch Verbesserung ihrer sanitären Einrichtungen einmal so gesund wie London würde, das von 42 Todesfällen auf 1000 Einwohner seit 1681 auf nur 22 im Jahre 1856 gesunken ist, so würde sich ein Kapital von 25 Millionen Gulden noch gut verzinsen. Es ist Mode geworden, den Gesundheitszustand einer Stadt sich wesentlich nur von einer guten Kanalisation, von richtiger Wasserversorgung und guten Abtrittanlagen mit Wasserklosets abhängig zu denken; Pettenkofer schätzt zwar diese Dinge sehr hoch, aber er verlangt noch mehr, denn die öffentliche Gesundheitspflege im weitesten Sinne hängt nach ihm mit Allem zusammen, was auf das Wohlbefinden der Menschen nur irgendwie von Einfluss ist. Es ist ein reichlicher Zusammenfluss von mannigfachen Ursachen und Wirkungen. In dieser Hinsicht kommt in Betracht: gute Nahrung, für Luftgenuss und Wärmeökonomie günstige Wohnungsverhältnisse, ausreichende Ventilation der Wohnungen wie in England, wo man sich vor Zug weniger fürchtet als bei uns, Vermeidung der Ueberfüllung der Wohnräume, äusserste Reinlichkeit in Allem, besonders auch in Kleidung, Bett und Wäsche sowie in der Hautpflege. Nirgends darf Schmutz geduldet werden; es ist zwar nicht so einfach zu sagen, was Schmutz ist; vielleicht ist die Definition, welche Lord Palmerston gegeben haben soll, die richtige: Schmutz ist Alles, was nicht am richtigen Orte sich befindet.

Auch die Gebräuche und Sitten der Völker greifen nach ihm in die Gesundheit ein: er will festgestellt haben, wieviel von einem bestimmten Einkommen durchschnittlich auf Nahrung, Getränke, Wohnung, Kleidung und andere Zwecke und Genüsse des Lebens verwendet werden dürfen. Die schlechten Kneiplokale und die Sitte des freiwilligen Wirthshauszwanges schaden der Gesundheit; nicht minder der bei den Deutschen leider noch immer unmässige Genuss alkoholischer Getränke; Pettenkofer sah bekümmerten Herzens den unseligen Einfluss des Alkohols auf unser ganzes Volksleben und schloss sich daher aus Ueberzeugung der guten Sache der Mässigkeitsbewegung und dem Verein gegen den Missbrauch alkoholischer

vor Allem keinen wesentlichen Einfluss auf die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft in einer Stadt oder in einem Zimmer aus; der Kohlensäuregehalt im Freien ist nicht anders als in guter Zimmerluft, in volkreichen Städten, wie z. B. in Manchester, trotz der Tausende von Kaminen nicht grösser wie auf dem Lande, in einer vegetationslosen Fläche oder in der Wüste nicht anders wie im grünen Wald; denn die Kohlensäure wird in der Luft alsbald enorm verdünnt und durch ihre Strömung fortgeführt. — Auch der Sauerstoffgehalt der Luft wird durch die Athmung der Pflanzen nicht grösser, in der gepriesenen Waldluft oder in der Luft eines Zimmers, in dem wir Blumen ziehen, befindet sich nicht mehr Sauerstoff wie in einem bewohnten Zimmer ohne Pflanzen. Selbst wenn etwas mehr Sauerstoff durch die Pflanzen in die Zimmer- oder Waldluft käme, so würde dies für das Athmen des Menschen keine Bedeutung haben, da wir die gleiche Menge von Sauerstoff in unser Blut aufnehmen, ob die Luft den gewöhnlichen Sauerstoffgehalt besitzt oder einen viel grösseren. Noch weniger hat das Ozon, von dem so viel gefabelt wird, einen sanitären Werth; in der guten Luft, welche wir in unseren gelüfteten Wohnräumen athmen, ist gar keines enthalten. Und doch haben die Pflanzungen einen hygienischen Werth für uns und soll man nicht unterlassen, eine Stadt oder ein Zimmer damit zu versehen. Abgesehen davon, dass der Wald einen Einfluss auf den Boden ausübt, indem er durch langsameren Abfluss des Wassers das Versiegen der Quellen und Brunnen hintanhält, dass die Vegetation den Boden reiniget, dass die Anlagen von Pflanzungen in einer Stadt Schatten machen, der uns vor den Sonnenstrahlen schützt und wie ein Fächer einen kühlenden Luftstrom hervorbringt, dass durch die Pflanzungen weniger Staub aufgewirbelt wird etc., üben die Pflanzen noch einen anderen wichtigen und wohlthätigen Einfluss aus: wir erfreuen uns an ihrer Schönheit, sie geben uns Empfindungen der Lust und Aufheiterung; sie sind uns Genussmittel, die wir in dem hastenden Treiben des Lebens der Stadt so sehr bedürfen.

Pettenkofer wünscht endlich durch die Hygiene nicht nur die Gesundheit des Leibes, sondern auch die der Seele zu stärken; er preist den Werth eines geordneten und soliden Familienlebens, die sittliche Reinheit und Moral, die ihm reale Güter für diese Welt sind; der puritanische Zug, der durch die englische Nation geht, trägt nach ihm auch zur Stärkung der Volksgesundheit bei.

Durch alle diese hygienischen Bestrebungen wirken wir zur Kräftigung unserer Generation mit und schaffen unseren Nachkommen eine fruchtbare Quelle nicht nur des physischen, sondern auch des moralischen und geistigen Wohles. Wir Alle sind verpflichtet, an der Lösung dieser grossen Kulturaufgaben mitzuwirken. Er hat uns dieses ideale Ziel gesteckt durch die richtige und weite Auffassung der Hygiene. —

Wenn diese hohe Bedeutung der Hygiene in weiten Schichten der Bevölkerung eindringen und durch ihre Anwendung der Menschheit Nutzen schaffen soll, so muss sie vor Allem den Aerzten gelehrt werden. Pettenkofer sprach sich daher schon frühe, namentlich in einem Vortrag bei der Frankfurter Naturforscherversammlung (1867) und in einer Abhandlung über die Mittel zur Förderung der Theorie und Praxis der öffentlichen Gesundheitspflege (1871) dringend und überzeugend für einen geordneten Unterricht der Mediziner, auch der Architekten, Ingenieure und Verwaltungsbeamten, in der Hygiene sowie für Errichtung von Laboratorien, in welchen wissenschaftliche Arbeiten zu ihrer Förderung angestellt werden können, aus; es wäre die Aufgabe der Hygiene als untersuchende, forschende und experimentirende Wissenschaft an diesen Grundlagen zu arbeiten und sie immer mehr und mehr auszubilden, womit noch Viele lange Zeit zu thun haben würden.

Pettenkofers Vorträge über öffentliche Gesundheitspflege waren nach dem Umzug in das physiologische Institut (1855) anfangs nur von wenigen Medizinern besucht, aber sie fanden immer mehr Anklang, so dass der grosse Hörsaal des Instituts gefüllt war, obwohl die Vorlesung nicht obligat war. Das Studium der Medizin war

damals noch nicht so mit Wissen und Können überladen wie jetzt und die Studirenden fühlten heraus, dass ihnen hier etwas dargebracht wurde, was sie in ihrer ärztlichen Laufbahn gut verwerthen konnten.

Durch diesen Erfolg ermuthiget und von der guten Sache überzeugt, beantragte Pettenkofer in der Fakultät, die Hygiene zu einem obligatorischen Fach zu machen und in die Prüfung aufzunehmen. Der Vorschlag blieb jedoch in der Minorität, was nicht verwunderlich ist, da die Fakultäten ein neues Fach nur nach ganz sicherer Erprobung aufnehmen dürfen, auch ein einseitiges Vorgehen in München gefährlich erschien. Im Jahre 1862, wo über die Bedeutung des Fachs kein Zweifel mehr bestehen konnte, erlangte ein erneuter Antrag die Majorität in der Fakultät, welche denselben dringend dem akademischen Senat und dem Ministerium zur Genehmigung empfahl; letzteres gab aber einen abschlägigen Bescheid. Als Pettenkofer im Jahre 1864/65 zum ersten Male Rektor der Universität war, fragte ihn der jugendliche König Ludwig II. bei einer Audienz in liebenswürdiger Weise, ob er nicht für sich persönlich einen Wunsch hätte; da brachte Pettenkofer seinen hygienischen Wunsch vor, worauf der König ihn ermächtigte, mit dem Kultusminister darüber zu sprechen. Dieser theilte ihm mit, dass sein Gesuch an dem Widerstand des Ministerialreferenten im Ministerium des Innern gescheitert sei, nun aber kein Hinderniss mehr entgegenstehe. Das Resultat war die Verordnung von 1865, dass an den drei bayerischen Universitäten die Hygiene einzuführen sei und ein Fach für die ärztliche Prüfung werden solle. Pettenkofer wurde zugleich zum ersten ordentlichen Professor für Hygiene ernannt, welche er vom Sommersemester 1865 an regelmässig las; mit ihm wurde an der Universität Würzburg der Chemiker Jos. Scherer und an der Universität Erlangen der Chemiker Gorup-Besanez als ordentliche Professoren der Hygiene eingesetzt.

Als Pettenkofer sich bestrebte, die Hygiene als ordentliches Fach in die medizinische Fakultät einzuführen, standen noch manche

weitere Hindernisse entgegen; man meinte, das Gebiet der Hygiene wäre doch zu klein, so dass es keine besondere Vorlesung ausfülle und leicht neben einem anderen Fache gelehrt werden könne. Die Hygiene, wie sie Pettenkofer verstand, war noch zu neu und nur Wenige hatten ihre Entwicklung verfolgt; man vermochte sich gar nicht zu denken, was da alles getrieben werden sollte. Das, was man früher als Hygiene vortrug, war im Wesentlichen nichts weiter als eine Zusammentragung von Vorschriften und Meinungen über allerlei auf den Menschen einwirkende Schädlichkeiten, und sie war an der Universität auch kein eigenes Fach, sondern gewöhnlich ein Appendix der gerichtlichen Medizin oder der sogenannten Staatsarzneikunde, mit denen die neuere Hygiene gar keinen Zusammenhang hat. Von dem, was man vor Pettenkofer darunter verstand, ist fast nichts übrig geblieben; die frühere Hygiene war keine Naturwissenschaft, sie hatte kein Laboratorium nöthig und besass keine Forschung.

Hätte Pettenkofer sich rechtzeitig bestimmen lassen, wie es seine Freunde riethen, seine Vorlesungen zu veröffentlichen, so hätte man die Bedeutung der Sache wohl früher allgemein anerkannt und er wäre bälder mit seinen Wünschen durchgedrungen; er machte aber nur gelegentlich das Programm seiner Vorlesungen bekannt, um zu zeigen, was Alles der Mediziner und Arzt aus denselben lernen könne. Es ist von allgemeinerem Interesse, dieses erste Programm kennen zu lernen; es möge daher hier seinen Platz finden:

1) die Atmosphäre, ihre Zusammensetzung;
2) physikalische und chemische Veränderungen der Atmosphäre; atmosphärisches Klima;
3) Bekleidung und Hautpflege; Leibesübungen, Turnen;
4) Verhalten der Baumaterialien gegen Luft, Wasser und Wärme;
5) Ventilation;
6) Beheizung;
7) Beleuchtung;

8) Bauplätze und Baugrund;
9) Grundluft und Grundwasser;
10) Einfluss der Bodenverhältnisse auf das Vorkommen und die Verbreitung gewisser Krankheiten sowie Schutzmittel dagegen; Lokalklima;
11) Trinkwasser und Versorgung menschlicher Wohnorte damit;
12) Nahrung und ihre wesentlichen Bestandtheile;
13) Milch; Fleisch; Brod;
Gemüse, Obst und andere vegetabilische Nahrungsmittel;
weingeistige Getränke und Essig;
Genussmittel (Salz, Zucker, Gewürze, Thee, Kaffee, Tabak etc.)
(Alles mit Rücksicht auf die Viktualienpolizei);
14) Ernährung und Verpflegung verschiedener Menschenklassen unter verschiedenen Umständen, Verpflegungsregulative;
15) Sammlung und Fortschaffung der Exkremente und sonstiger Abfälle des Haushalts und der Gewerbe; Kanalisation;
16) Desinfektion;
17) Leichenschau und Beerdigungswesen;
18) der Gesundheit schädliche Gewerbe und Fabriken;
19) Schulen, Kasernen, Pflegeanstalten, Krankenhäuser, Krankenpflege, Gefängnisse;
20) Gifte und Vorsichtsmaassregeln beim Verkehr und Handel mit denselben;
21) medizinische Statistik, Biostatik.

Wie ersichtlich, handelt es sich dabei im Wesentlichen um das, was Pettenkofer geschaffen hat; nach ihm ist ja noch Manches hinzugekommen, namentlich in Beziehung der jetzt so wichtig gewordenen Bakterien und anderer Organismen als Krankheitserreger.

In der ersten Zeit waren die Lehren des jungen Faches noch nicht in einem Lehrbuch zusammengefasst, auch besass dasselbe keine Zeitschrift für die wissenschaftlichen Arbeiten, so dass Pettenkofer seine hygienischen Abhandlungen in schwer zugänglichen Zeit-

schriften wie in Dinglers polytechnischem Journal, in den Abhandlungen der naturwissenschaftlich-technischen Kommisson, im Kunst- und Gewerbeblatt, in den Sitzungsberichten oder den Gelehrten Anzeigen der Akademie, im ärztlichen Intelligenzblatt etc. unterbringen musste; die grossen rein physikalischen oder chemischen oder physiologischen Journale hätten wohl kaum Beiträge von so besonderer Natur aufgenommen. Darum sind auch seine ersten hygienischen Arbeiten nur Wenigen bekannt geworden; erst im Jahre 1865 gründete er mit mir, als wir für unsere Arbeiten nach einer Unterkunft suchten, die Zeitschrift für Biologie, in der seine Arbeiten der nächsten 18 Jahre gesammelt sind; mit der Entwicklung der Hygiene und der Gründung besonderer Lehrstühle und Laboratorien für dieselbe an den deutschen Universitäten erschien es nöthig, für die neue Wissenschaft auch eine eigene Zeitschrift zu besitzen und so vereinigte er sich mit mehreren seiner Schüler zur Herausgabe des ersten und angesehenen Journals für Hygiene, des Archivs der Hygiene.

Die experimentelle Hygiene ist in ihren Haupttheilen eine angewandte Physiologie und ein Vertreter des Fachs muss auch in der Physiologie, der Physik und Chemie theoretisch und praktisch geschult sein. Es waren daher, da es noch keine eigentlichen Hygieniker gab, Chemiker und Physiologen, welche nach Pettenkofer anfiengen, Interesse an der Sache zu nehmen und in Pettenkofers Sinn Vorlesungen über Hygiene zu halten: die physiologischen Chemiker Scherer in Würzburg und Gorup-Besanez in Erlangen, dann die Physiologen Meissner in Göttingen und Rosenthal in Erlangen. Es wird stets ein Ruhmestitel der bayerischen Staatsregierung bleiben, dass Bayern der erste und längere Zeit der einzige Staat war, in welchem diese für die Ausbildung der Aerzte so wichtigen Einrichtungen getroffen wurden. Nach und nach folgte man anderwärts dem guten Beispiele, und so entstanden an fast allen deutschen und österreichischen und auch an vielen ausserdeutschen Universitäten ordentliche Professuren für Hygiene; 1883

wurde die Hygiene als Prüfungsgegenstand in die ärztliche Approbations-Prüfung für das deutsche Reich eingesetzt.

Aber noch mangelte es, auch in München, an den zu einer ausgiebigen wissenschaftlichen Thätigkeit in der Hygiene eingerichteten Arbeitsräumen, denn das kümmerliche Laboratorium im physiologischen Institut bot nur wenigen Schülern Raum. Im Jahre 1872 erhielt Pettenkofer einen höchst ehrenvollen Ruf an die Universität Wien, wo man richtig eingesehen hatte, was eine solche Kraft für die dortige Hochschule werth gewesen wäre und wo man ihm, auch in Würdigung des Bedürfnisses, die Erbauung eines hygienischen Instituts nach seinen Wünschen versprach. Er hätte sich ja nur recht schwer von München getrennt, mit welchem er durch ein langes Leben aufs Engste verwachsen war, aber die Aussicht, ein Laboratorium zu erhalten, in dem er mit seinen Schülern arbeiten und seine Wissenschaft fördern konnte, war für ihn ausschliesslich maassgebend. Als einzige Bedingung seines Bleibens in München stellte er daher die Erbauung eines eigenen hygienischen Instituts, welche auch in dankenswerther Weise von der bayerischen Staatsregierung erfüllt wurde. Er hätte sich auch kaum in andere ungewohnte Verhältnisse eingelebt; unsere Universität durfte sich glücklich schätzen, dass diese erste Grösse ihr erhalten blieb und nicht weniger die Stadt, die ihm noch die wichtigsten Dienste verdanken sollte.

Das neue, mit allen Hilfsmitteln versehene Institut wurde im Jahre 1878 eröffnet; es war das erste hygienische Laboratorium in seiner Art und diente als Musterbild für die späteren Institute. Es muss zwar bemerkt werden, dass in England die Aerzte schon seit längerer Zeit einen Unterricht in der Hygiene erhalten haben und dass für die Ausbildung der Militärärzte auch ein Laboratorium bestand, welches namentlich unter der Leitung des vortrefflichen, auf dem experimentirenden Standpunkt stehenden Parkes gutes leistete; aber die Auffassung der Hygiene von Seiten Pettenkofers war doch eine viel weitere und tiefere.

Nun fanden sich in dem Hause viele Schüler aus allen Ländern ein und es begann eine emsige Thätigkeit; so wie die jungen Chemiker zu Liebig nach Giessen wanderten, so suchte lange Zeit fast Jeder, der sich in der Hygiene ausbilden wollte, das Institut in der Findlingstrasse auf; seine Jünger finden sich jetzt auf den Lehrstühlen für Hygiene an vielen Universitäten oder in angesehenen staatlichen Stellungen.

Von den Schülern wurde in der Richtung des Lehrers fortgearbeitet und sein Werk ausgebaut; zahlreiche weitere Untersuchungen sind von ihnen über die uns umgebende Luft, über das Wasser, den Boden, die Kleidung, die Wände der Wohnungen, über Ventilation, Kanalisation, Desinfektion, giftige Gase etc. auf seine Anregung gemacht worden.

Die weitere Entwicklung der Hygiene war zum Theil nicht so, wie er sie sich gedacht hatte; die Bakteriologie, von welcher wichtige Aufschlüsse zu erwarten waren, nahm die Geister und Kräfte so sehr in Anspruch, dass die experimentelle Hygiene etwas in den Hintergrund trat. Es wird diese zeitweise Verschiebung der Arbeit sicherlich schliesslich der gesammten Hygiene zu Gute kommen und auch der experimentellen Hygiene neue Aufgaben zu gemeinsamem Wirken zuführen.

Im Jahre 1876 bekam Pettenkofer abermals eine Berufung nach auswärts; er sollte an die Spitze des neu errichteten deutschen Reichsgesundheitsamtes treten; es war ein Zeichen, dass man ihn als den ersten Vertreter der öffentlichen Gesundheitspflege in Deutschland ansah. Er lehnte auch diesen Ruf ab, obwohl er in der Errichtung des Gesundheitsamtes einen grossen Fortschritt für die praktische Hygiene erblickte. Sein Entschluss war auch hier wohl der richtige, denn er wäre dadurch aus einer ihm völlig zusagenden erspriesslichen Lehr- und Forscher-Thätigkeit gerissen worden, und er hätte sich längere Zeit überwiegend mit administrativen Angelegenheiten zu befassen gehabt. Er nahm aber als wissenschaftliches Mitglied des Amts an den Berathungen lebhaften Antheil.

Zu diesem Zeitpunkte war Pettenkofer zum grössten Ansehen in der Wissenschaft gelangt: er galt als der Vater der Hygiene und als der erste in seinem Fache. Wenn ich mir ein Urtheil erlauben darf, so stelle ich am höchsten seine Leistungen in der experimentellen Hygiene, die an Feinheit der Beobachtung der Erscheinungen und an Gewandtheit in der Auffindung der Ursachen durch das Experiment geradezu unübertroffen dastehen. Aber sein Name wurde doch erst allgemein auch ausserhalb der Kreise der Wissenschaft bekannt durch die Anwendung, welche er von seinen Lehren für das Leben zu machen wusste. Von Anfang an hat Pettenkofer in fast allen seinen Arbeiten einen praktischen Zweck im Auge gehabt oder wenigstens schliesslich einen solchen erkannt; es war dies ein charakteristischer Zug seines Geistes. In einer höchst beachtenswerthen akademischen Festrede: „Die Chemie in ihrem Verhältniss zur Physiologie und Pathologie", welche er im Jahre 1848 im Alter von 29 Jahren hielt und in der er eingehende Kenntnisse in der Geschichte der Chemie zeigte, sagt er wörtlich: „ein Mann der ächten Wissenschaft kümmert sich jederzeit zuerst um Wahrheiten; aber wer ist so durch und durch Philosoph, dass er nicht als Bürger eines Staates, als Haupt oder Glied einer Familie zu dem Gedanken gezwungen werden könnte: Was lässt sich aus dem Schatze meiner Erfahrungen und von den Resultaten meines angestrengten Nachdenkens dazu verwenden, denen, mit welchen wir so kurz auf Erden zusammen sind, das Herz zu erfreuen, ihre Leiden zu stillen, oder ihnen dankbar zu sein für so Vieles, was wir von ihnen empfangen? Als Mensch ist der Gelehrte sogar hiezu verpflichtet, und er ist entweder ein Schwächling oder ein herzloser Unmensch, wenn er anders denkt oder handelt." In den meisten seiner Arbeiten ist dieser praktische Zug des Nützens und ein ungewöhnliches technisches Geschick hervorgetreten: in seinen metallurgischen Untersuchungen in der Münze, der Nachbildung des Hämatinon, der Prüfung des Verhaltens der Zinkdecke auf einem Eisenblechdach und der Schätzung der Dicke einer Ver-

zinkung an Drähten, der Auffindung der Ursachen des Festwerdens des Cements, der Herstellung des Holzgases, der Regeneration der Gemälde und vor Allem bei seinen experimentell hygienischen Untersuchungen und zuletzt bei den epidemiologischen Fragen für die Gesundheit. Es war ein Lieblingsthema von ihm, über die Beziehungen der Theorie zur Praxis nachzudenken, und er huldigte hierin dem Spruche seines Lehrers Fuchs: „die Wissenschaft ist der Leitstern der Praktik, und diese verirrt sich ohne jene leicht im düstern und unbegrenzten Reiche der Möglichkeiten.“ Man hört so oft, die reine Wissenschaft habe ausschliesslich nach der Wahrheit zu suchen und nicht nach dem Nutzen, nach der Verwerthung für praktische Zwecke zu fragen; gewiss muss dies so sein während der Forschung, aber warum sollte man nicht darauf aufmerksam machen, wenn sich aus den gefundenen Wahrheiten etwas Nützliches für die Menschheit ergiebt. Die grössten Naturforscher und Denker haben sich nicht gescheut Nutzen zu stiften; ich will nur zwei nennen, welche aus ihren wissenschaftlichen Thaten Folgerungen gezogen haben zum Wohle ihrer Mitmenschen und zwar auf dem gleichen Gebiete wie Pettenkofer. Der eine ist der unsterbliche Lavoisier, das Opfer der französischen Revolution, der nach seinen Entdeckungen über die Rolle des Sauerstoffs bei dem Verbrennungsprozess und der Athmung sich um die Wohlfahrtseinrichtungen in den Spitälern und Gefängnissen kümmerte, besonders darum, wie man in ihnen eine frische Luft erhalten könne; der Andere ist der schon erwähnte Benjamin Thomson Graf von Rumford, der geistvolle Physiker, welcher hier in München sich um die Heizung, Beleuchtung und Ventilation von Gebäuden, um Verbesserungen in Spitälern und Arbeitshäusern sowie insbesondere um die Ernährung der Armen durch seine Suppe angenommen und hierin wahrhaft Grosses geleistet hat.

In solcher Gesinnung stellte Pettenkofer seine ganze Kraft zur Förderung der Gesundheit der Menschen zur Verfügung; er glaubte fest an den praktischen Nutzen der Hygiene, wenn man sie nur

recht wissenschaftlich bearbeite. Darum schuf er zuerst eine sichere theoretische Grundlage und suchte dann auf diesem festen Grund die Maassregeln für die öffentliche Gesundheitspflege, für die Verhütung der Krankheiten und die Verbesserung der Gesundheit. Er machte öfter darauf aufmerksam, dass eine grosse Gefahr darin bestehe, auf unsichere Meinungen und Einbildungen hin im Interesse der Gesundheit Anordnungen zu empfehlen, bei denen man sich auf angebliche Anforderungen der Hygiene stützt, welche jedoch in der Wissenschaft noch nicht genügend bereift sind; solche Maassnahmen schneiden zumeist sehr tief in das Leben und in den Säckel der Gemeinde und des Staates ein.

Er war sich von vorn herein klar, welche weittragende Bedeutung seine hygienischen Bestrebungen haben; schon im Jahre 1854 sagte er in der Vorrede zu seinem Cholerabericht: „Wenn es die Regierungen für ihre vornehmste Aufgabe halten, über Besitz und Eigenthum der Angehörigen mit aller Strenge zu wachen, so können sie nicht gleichgiltig bleiben für das theuerste Gut, für die Gesundheit ihrer Völker! Jede Einrichtung, welche Kranheiten verhindert, hebt den nationalen Wohlstand ebenso als sie die Streitkraft eines Heeres vermehrt, und nicht minder häufig, als Kriegsheere durch Krankheit Verluste und Niederlagen erleiden, untergräbt und vernichtet Krankheit den Wohlstand von ganzen Familien. Alle Anstrengungen, den Nationalwohlstand zu heben, werden theilweise wieder vergeblich gemacht werden, wenn die Gesundheitspflege mit den übrigen Fortschritten nicht gleichen Schritt hält."

Man hat ihn vielfach, seiner Erfahrung und seiner Weisheit vertrauend, zu Hilfe gezogen und stets den den Verhältnissen entsprechenden richtigen Rath erhalten. Die Stadt Basel frug bei ihm (1867) an, als es sich um die Fortschwemmung der Fäkalien handelte; ebenso (1870) die Stadt Frankfurt a. M. in der gleichen Frage. Vor Allem war er der Stadt München ein immer bereiter Helfer in der Noth. Mehrere Choleraepidemien hatten die Stadt schwer heimgesucht, und der Typhus war endemisch geworden, so

dass man wohl mit Recht München ein Typhusnest nennen konnte und sich scheute es zu besuchen; viele Studirende aus Franken und der Rheinpfalz, viele Fremde, welche die schöne Stadt mit ihren Sehenswürdigkeiten aufsuchten, viele Einheimische sind der schlimmen Seuche zum Opfer gefallen. Es war eine Lebensfrage für die Stadt geworden, diese bösen Zustände zu bessern oder zu beseitigen.

Aus seinen Untersuchungen hatte er entnommen, worin die Hauptursache des Uebels liegt, an der Verunreinigung des Bodens. Als erstes Erforderniss sanitärer Reformen stellte sich also die äusserste Reinhaltung und Reinigung des Bodens mit zwingender Nothwendigkeit heraus, und damit war der Weg der Assanirung von München gegeben. Und wie sah es in dieser Beziehung in dem alten München aus: in jedem Hause bestanden seit vielen Jahren die undichten Versitzgruben, die zum Theil zwanzig Jahre lang nicht geräumt wurden und von denen aus der flüssige Theil der Exkrete und die Abwässer des Haushalts in den porösen Kiesboden versickerten, ihn in hohem Grade verunreinigten und zu einer Brutstätte für Erkrankungen machten. In den Höfen befanden sich ausserdem noch undichte stinkende Gruben für den Hausunrath; in einer beträchtlichen Anzahl von Häusern der Stadt waren Räume zum Schlachten von Thieren, wodurch eine weitere ergiebige Quelle für die Beschmutzung des Bodens gegeben war; besondere, richtig eingerichtete Kanäle waren nicht vorhanden, aus einem Theile der Häuser der Altstadt gelangte der Inhalt der Abtritte direkt in die theilweise offenen Stadtbäche. Das aus mehreren Leitungen stammende Trinkwasser war zwar im Allgemeinen nicht schlecht zu nennen, es war aber in viel zu geringer Menge vorhanden und musste zumeist aus dem Grundwasser gepumpt und mit Mühe in die einzelnen Stockwerke getragen werden, wodurch die Reinhaltung der Wohnungen sehr erschwert wurde. In den Häusern war durchgängig ein übler Geruch nach den Abtritten wahrzunehmen, zum Entsetzen der an andere Verhältnisse gewohnten Fremden, namentlich der Engländer.

Hier griff nun Pettenkofer durch seine überzeugenden Darstellungen des Uebels und mit der Siegesgewissheit, dass seine Theorie sich in der Praxis bewähren werde, ein. Es mussten jedoch auch die Männer vorhanden sein, welche ihm unerschütterlich vertrauten und sich durch ihn überzeugen liessen, dass durch die von ihm empfohlenen Maassregeln geholfen werden könne; die Verantwortung, die sie übernahmen, war eine sehr grosse, denn es handelte sich um eine Ausgabe von vielen Millionen. Er hatte das Glück solche Männer zu finden, besonders in dem weisen Bürgermeister Alois v. Erhardt und dem energischen städtischen Baurath Arnold v. Zenetti. Er hob es stets dankend hervor, dass ohne diese Männer das grosse Werk nicht geglückt wäre. Als er dem Bürgermeister die Typhuskarte von Wagus und die beiden Abhandlungen von Seidel vorlegen konnte, da war derselbe bereit, alle Opfer zu bringen für das, was er jetzt als richtig erkannt hatte.

Das erste grosse Unternehmen, welches in Angriff genommen wurde, war die Beschaffung laufenden reinsten Quellwassers in ausreichendem Maasse und in allen Stockwerken der Häuser; unter der Beihilfe unseres verstorbenen Mitgliedes, des Geologen Wilhelm v. Gümbel, gelang die Auffindung für alle Zeiten genügender reiner Quellen aus dem Gebirge, so dass München in dieser Beziehung von keiner Stadt übertroffen wird. Im Jahre 1883 war die segensreiche Einrichtung vollendet.

Daran schloss sich (1878) die Errichtung des grossartigen Centralschlachthauses, wodurch die vielen unkontrollirbaren Schlachtstätten aus den Häusern an einem Ort vereiniget wurden.

Die grössten Schwierigkeiten und Widerstände waren jedoch zu überwinden bei den Maassregeln zur Unschädlichmachung der Exkrete und des übrigen Unrathes. Die interessante Geschichte dieser Bestrebungen findet sich in der Darstellung, welche Professor Hans Buchner über die Assanirung Münchens in der von der Stadt München gewidmeten Festschrift für die Naturforscherversammlung in München (1899) gegeben hat. Schon im Jahre 1856

begannen auf den Antrag des Gesundheitsrathes unter dem Bürgermeister v. Steinsdorff die ersten Anläufe, durch Kanalisation allen Unrath aus der Stadt fortzuschaffen, um dadurch die so schädlichen Versitzgruben zu beseitigen; es wurden zu diesem Zweck in einzelnen Strassen schon Kanäle gebaut; aber als man 1862 auf Veranlassung des Polizeidirektors v. Pfeuffer den Inhalt der Versitzgruben und die Abwässer in diese Kanäle einleiten wollte, da siegte die Opposition, so dass eine schon erlassene, mühsam erkämpfte ortspolizeiliche Vorschrift wieder aufgehoben werden musste. Pettenkofer, der die Sache wissenschaftlich noch nicht für reif hielt, wagte damals vorsichtiger Weise noch nicht die Verantwortung für allenfallsige Gefahren durch das Einleiten der Exkrete in die Kanäle zu übernehmen; in einem von der Stadt hierüber erbetenen Gutachten sprach er sich daher noch dagegen aus, insbesondere wegen des mangelhaften Zustandes eines grossen Theils der Kanäle; aber er empfahl das strenge Verbot der Versitzgruben und die wasserdichte Herstellung der Gruben durch Auskleidung mit Cement sowie das Fortführen weiter Abtrittrohre über das Dach des Hauses; diese vorläufigen Maassnahmen, deren Durchführung anfangs heftigen Widerstand von Seiten der Hausbesitzer fand, haben gewiss schon zur Besserung der Gesundheitsverhältnisse der Stadt beigetragen.

Im Jahre 1869 erfolgte jedoch die prinzipielle Aenderung seiner theoretischen Anschauungen hierüber, als die Analysen zeigten, dass der Boden unter den Kanälen nur in geringem Grade verunreiniget war, die Kanäle also genügend dicht schlossen. Da veranlasste er eine genaue chemische Untersuchung des Isarwassers auf seinem Laufe durch die Stadt durch seine Schüler Brunner und Emmerich (1878), aus der hervorgieng, dass das Isarwasser nach seinem Austritt aus München rein geblieben war, obwohl eine Anzahl von Anwesen die Fäkalien in die Stadtbäche entleerten. Die rasch fliessende Isar führt nach seiner Berechnung auch beim niedersten Wasserstand genügend Wasser, dass auch bei völliger Einleitung der Fäkalien die zulässige Grenze der Verunreinigung

nicht überschritten wird; als er Harn und Koth im Verhältniss ihrer Erzeugung mit der entsprechenden minimalsten Wassermenge mischte, war keine Veränderung des Wassers und kein übler Geruch desselben wahrzunehmen.

Diese Resultate der wissenschaftlichen Untersuchung gaben ihm endlich die volle Sicherheit von der Unschädlichkeit der Einleitung der Exkrete in die Kanäle und in die Isar, die er dann auch mit unermüdlicher Ausdauer verfocht. Nach heissen Kämpfen wurde 1890 die Abschwemmung in die seit 1881 erbauten Kanäle für den grösseren links der Isar liegenden Stadttheil gestattet und 1892 auf ein einstimmig abgegebenes Gutachten des Obermedizinal-Ausschusses die Erlaubniss zur provisorischen Einleitung aller Abwässer in die Isar erwirkt, womit es endlich möglich war, auch die Wasserklosets in München einzuführen, ohne welche die Engländer schon längst glauben nicht mehr leben zu können. Die unterhalb München liegenden Städte, Freising und Landshut, setzten zwar noch den grössten Widerstand entgegen; aber trotz aller schlimmen Voraussagungen und Befürchtungen und aller genauen Prüfungen hat sich bis jetzt nicht der mindeste Nachtheil gezeigt; das Isarwasser ist in Freising ganz rein von den zahlreichen Abfällen der volkreichen Stadt München geblieben; auch ist bei der grossen Geschwindigkeit des Flusses keine Sedimentirung eingetreten. Die starke Verdünnung bewirkt, dass eine Verunreinigung nicht sichtbar ist; dazu kommt noch der eigenthümliche, schon längst bekannte Vorgang der Selbstreinigung der Flüsse, der theilweise auf der Sedimentirung der festen Theile, aber auch auf der Oxydation der organischen Stoffe durch den Sauerstoff des Wassers und auf der Wirkung niederer Pflanzen beruht. Nach den chemischen und bakteriologischen Untersuchungen von Wilhelm Prausnitz geht im Isarwasser dieser Prozess schon in kurzer Zeit vor sich, so dass 30 Kilometer unterhalb der Einleitestelle der Siele das Wasser wieder so rein ist wie oberhalb der Stadt.

Damit begann die allmähliche Reinigung des Bodens und die

Assanirung Münchens, deren Folge war, dass die Sterblichkeit von 40 pro mille im Jahre 1870 auf 30 pro mille im Jahre 1890 sank und die Zahl der Typhustodesfälle auf 100000 Einwohner von 72 im Jahre 1880 auf 14 im Jahre 1898 herabgieng. München ist jetzt eine der typhusfreiesten Städte des Erdballs geworden, wie kürzlich in einer medizinischen Zeitschrift Englands stand, und sie hat ein unschätzbares Kleinod, den Ruf als eine gesunde Stadt erhalten.

Was diese Thatsachen zu bedeuten haben, kann Jeder ermessen; die Stadt hat seitdem nicht nur in der Reinigung des Bodens Fortschritte gemacht, sie hat sich auch in den übrigen sanitären Einrichtungen der Wohnhäuser, der Schulen, der Bureaus, der Verpflegungsanstalten etc., wo alles früher auf das Kümmerlichste bestellt war, zu ihrem Vortheil geändert; die Bürger haben dadurch Freude an ihrer Stadt bekommen und Alles aufgewendet, sie auch zu einer schönen Stadt zu machen, indem gemeinnützige Schöpfungen entstanden sind, an die man früher nicht hat denken können. Jetzt erst nach der Gesundung der Stadt konnte der Ausspruch des kunstsinnigen Königs Ludwig I. wahr werden: er wolle seine Hauptstadt so gestalten, dass Niemand Deutschland kennt, der München nicht gesehen habe.

Die Stadtgemeinde zeigte sich auch ihrem Mitbürger dankbar, wie es nicht übertroffen werden kann; man war sich bewusst, dass er, der seine ganze Kraft für die Wohlfahrt und das Gedeihen der Stadt einsetzte, einer ihrer edelsten und hilfreichsten Freunde und Wohlthäter war, die sie je besessen. Pettenkofer war der populärste Mann der Stadt, geehrt und geliebt von Allen. Er liebte sie aber auch die Stadt, in der er seinen Geist hat entfalten können; er wünschte, dass es ihr nie an weisen Männern fehlen möge, die sie immer mehr entwickeln helfen, damit sie wie in ihren ersten Anfängen eine Salzstätte bleibe in fruchtbarem Wissen sowie in jedem Schönen und Guten und ihre Bürger gesund und glücklich leben. Im Jahre 1872 wurde er zum Ehrenbürger der Stadt ernannt und (1893) bei seinem 50jährigen Doktorjubiläum erhielt er die goldene Bürgermedaille, das höchste Ehrenzeichen, welches der Stadt zu Gebote

steht: „als Beweis der unendlichen Liebe und Verehrung der Münchener Bürgerschaft für ihren Führer auf dem Wege des gesundheitlichen Fortschritts.“ Eine Vereinigung Münchener Bürger überreichte ihm an seinem 81. Geburtstag eine goldene Denkmünze mit seinem Bildnisse und der Inschrift: „dem Hohenpriester der Hygiene, dem Verscheucher Verderben bringender Krankheiten vom heimathlichen Boden, dem um das Wohl der Vaterstadt höchst verdienten Max v. Pettenkofer widmen diese goldene Denkmünze als Zeichen unbegrenzter Verehrung, Dankbarkeit und Liebe Münchener Bürger.“ Und nun nach seinem Heimgange soll die Findlingstrasse, in welcher er seine grossen Arbeiten ausführte und das hygienische Institut steht, seinen Namen erhalten, und ein grösseres Denkmal auf einem der schönsten Plätze der Stadt sein Andenken auf ferne Geschlechter übertragen.

Der Einfluss Pettenkofers beschränkte sich jedoch nicht auf München, seine Leistungen über die Städtereinigung kommen auch anderen Städten und Gemeinwesen ebenso zu Gute; er ist auch ihnen ein sicherer Wegweiser geworden für alle Bestrebungen auf dem Gebiete der öffentlichen Gesundheitspflege; namentlich in Deutschland ist durch ihn seit den sechziger Jahren in sanitärer Hinsicht sehr viel geschehen. Der I. Bürgermeister der Stadt München, Herr v. Borscht, äusserte bei der Feier des 50jährigen Doktorjubiläums Pettenkofers: „der Quell, der vor fünf Dezennien voll Lebendigkeit aus der Tiefe wissenschaftlicher Gründlichkeit entsprungen, hat seine befruchtende Kraft nicht ausschliesslich seiner nächsten Umgebung mitgetheilt, er ist zum mächtigen Strom angewachsen, dessen Segnungen sich weit über das engere und weitere Vaterland hinaus über die ganze civilisirte Welt verbreiteten; es giebt heute keine aufstrebende Stadt, welche nicht die Pettenkofer'schen Gesundheitslehren in die praktische Wirklichkeit zu übersetzen bemüht wäre, es giebt keinen Kulturstaat, der nicht die öffentliche Gesundheitspflege im Sinne Pettenkofers als eine seiner wichtigsten Aufgaben betrachtete.“ Es wäre ein grosser Irrthum, wollte man bei

solchen Erfolgen die Bestrebungen für Verbesserung der Gesundheit der Städte als abgeschlossen betrachten; die Wissenschaft und die Praxis dürfen nicht erlahmen und sie müssen sich bewusst sein, dass hierin noch unendlich viel zu thun ist, worauf gerade Pettenkofer häufig hinwies.

In mehreren amtlichen Kreisen wirkte Pettenkofer für die Verbreitung und Anwendung seiner Lehren und bekämpfte unermüdlich die ihm falsch erscheinenden Anschauungen. — Als das deutsche Reich (1873) die erste Aktion in Gesundheitsfragen von Reichswegen machte und die Reichs-Cholera-Commission einsetzte, war er Vorsitzender und geschickter Leiter der Verhandlungen; im späteren Reichsgesundheitsamt trat er, wie schon erwähnt, als ausserordentliches Mitglied ein. — In den bayerischen Obermedizinal-Ausschuss war er als junger Mann von 30 Jahren berufen worden und darin von 1849 bis 1901, also über 50 Jahre, längere Zeit als Vorstand, thätig. Er benützte dieses Organ, welches zwischen der wissensehaftlichen Medizin und der praktischen Medizinalpolizei zu vermitteln hat, um die Ergebnisse seiner Forschungen durch Verordnungen, Vorschriften und Institutionen in der Praxis lebendig zu machen; seine Gutachten waren von nahezu unfehlbarer Bedeutung. — Auch im Gesundheitsrathe der Stadt München war er seit seinem Bestehen ein äusserst wirksames Mitglied.

Ganz besonders innig und fruchtbar gestaltete sich sein Verhältniss zu den Aerzten und zu dem Münchener ärztlichen Verein, in den er schon im Jahre 1850 eingetreten war. Die Aerzte konnten in ihrer praktischen Thätigkeit den Nutzen seiner Lehren vielfach erproben und sie fühlten, dass ihnen durch dieselben eine neue wirksame Waffe im Kampfe gegen die Krankheit durch Verhütung derselben geworden und dass dadurch die Bedeutung des ärztlichen Standes ganz ungemein gehoben wurde. Ausserdem hat Niemand so vielfältige Gelegenheit als der gute Arzt in seinem dornenvollen und doch so segensreichen Berufe, die Lehren der Hygiene als befruchtenden Samen unter das Volk auszustreuen.

Pettenkofer trennte jedoch hierin scharf die Aufgabe des Arztes und der wissenschaftlichen Hygiene; der Arzt soll die Lehren der letzteren kennen und im Leben anwenden, jedoch als solcher über hygienische Fragen nicht entscheiden, wozu er nicht befähiget ist; dies ist ausschliesslich Aufgabe der hygienischen Forschung. Der Arzt, so sagt er, wäre gewohnt, in der Praxis seinen Kranken zu befehlen und bindende Verordnungen zu erlassen; in der öffentlichen Gesundheitspflege wäre jedoch der autokratische Standpunkt der ärztlichen Praxis unhaltbar; dem Staat und der Stadtgemeinde könne der Arzt keine Verordnungen schreiben, nur die Hygiene habe als untersuchende, forschende, experimentelle Wissenschaft die sicheren Grundlagen für die Anwendung zu schaffen und auszubilden, die dann der Arzt unter Hinweis auf dieselben benützt. Pettenkofer brachte daher dem ärztlichen Verein gerne und mit Vorliebe die Resultate seiner Forschungen in Vorträgen entgegen, die ihm warme Anhänger, eifrige Verbreiter und Anwender seiner Ideen warben. Er war den Aerzten für ihre Unterstützung stets herzlich zugethan und sie brachten ihm auch ihre besondere Dankbarkeit entgegen. Der ärztliche Verein wollte ihm einen sichtbaren Beweis dafür geben, indem er ihm an seinem 81. Geburtstage eine von Künstlerhand geformte werthvolle silberne Tafel überreichte, wobei Pettenkofer in rührender Weise dankte und vom Verein für immer Abschied nahm.

Am Gipfel seines Ruhmes angelangt, erhielt Pettenkofer von überall her Zeichen der höchsten Anerkennung von Seiten des Staates und gelehrter Gesellschaften. Vier bayerische Herrscher erwiesen dem grossen Gelehrten ihre Gunst und Gnade; es wurde ihm der persönliche Adel und dann der erbliche Adel und zuletzt (1896) der Titel „Excellenz“ verliehen.

Im Jahre 1897 bekam er die goldene Harben-Medaille des British Institute of public health; es war eine besondere Ehrung, dass das Wirken und die Bedeutung Pettenkofers gerade in England gewürdiget wurde, von dem Lande aus, in welchem die öffentliche Gesundheitspflege ihren Ursprung nahm und auf dessen Einrichtungen

und Erfolge er vielfach sein Urtheil in den Fragen der Städtereinigung gegründet hatte. Das Journal of State Medicine bezeichnete es bei dieser Gelegenheit als seinen grössten Ruhmestitel, dass es ihm gelang, die Welt von der Nothwendigkeit und dem Werth exakter, systematischer und beständiger Beobachtungen und Messungen auf dem Gebiete der Hygiene und von der Verpflichtung zu deren Förderung zu überzeugen.

Der Medaille der deutschen chemischen Gesellschaft zum Gedächtniss seiner Abhandlung über die Atomgewichte (1899) wurde vorher schon gedacht.

Von der allgemeinen Theilnahme getragen waren die Kundgebungen bei seinem 70. Geburtstag und seinem 50jährigen Doktorjubiläum. An seinem 70. Geburtstag (1888) versammelten sich seine Schüler von Nah und Fern, um ihm seine aus der Meisterhand W. v. Rümanns hervorgegangene Marmorbüste, welche nach seinem Tode im Hörsaal des hygienischen Instituts Aufstellung finden sollte, zu überreichen; die Stadt München trug 10000 Mark zu einer Pettenkofer-Stiftung bei, aus welcher hygienische Untersuchungen unterstützt oder für die öffentliche Gesundheitspflege bedeutsame Arbeiten belohnt werden; die Stadt Leipzig betheiligte sich mit 5000 Mark an derselben. — Bei dem 50jährigen Doktorjubiläum (1893) fand Vormittags im ehrwürdigen alten Rathhaussaale eine grossartige Feier statt, bei welcher zur Beglückwünschung zahlreiche Deputationen erschienen: von dem Reichsgesundheitsamt, der Universität und medizinischen Fakultät, dem Obermedizinal-Ausschuss, dem Gesundheitsrath, der Stadtgemeinde, der Akademie, dem von ihm besuchten Gymnasium, dem ärztlichen Verein und den Schülern, die ihm einen Jubelband des Archivs für Hygiene mit vielen werthvollen Abhandlungen widmeten; auch waren zahllose Adressen von Universitäten und wissenschaftlichen Gesellschaften sowie andere Gratulationsschreiben eingetroffen. Ein Festmahl im alten Rathhaussaale vereinigte Abends Alle, welche dem noch in voller Rüstigkeit befindlichen Jubilar ihre Verehrung und Liebe bezeigen wollten.

Bei Gelegenheit einer Conferenz des Kartells der deutschen Akademien in München (1899) wurde dem greisen Gelehrten, der als damaliger Präsident unserer Akademie die Theilnehmer zu einer zwanglosen abendlichen Zusammenkunft eingeladen hatte, eine überaus herzliche spontane Huldigung der Vertreter der auswärtigen Akademien durch den beredten Mund des Chemikers Joh. Wislicenus in Leipzig zu Theil, die allen beiwohnenden unvergesslich bleiben wird. —

Es ist vorher schon erwähnt worden, wie die Vorlesung Pettenkofers über Hygiene allmählich sich entwickelte. In der Vorlesung für die Mediziner war sein Vortrag durchaus kein rhetorisch glänzender, er war einfach wie eine persönliche Besprechung, hie und da aussetzend, jedoch ausserordentlich verständlich und seines bedeutsamen Inhaltes wegen in hohem Grade fesselnd; hatte er ja doch fast nur von dem zu berichten, wozu er sich durch eigene Kraft durchgerungen hatte; er brachte dem Hörer neue ungewohnte Vorstellungen bei, die ihn zum Denken zwangen und nachhaltig auf ihn einwirkten, indem sie ihn zur wissenschaftlichen Beobachtung aneiferten. — Wenn er in anderen Vorträgen vor einem sachkundigen Publikum z. B. im ärztlichen Verein die Resultate seiner jeweiligen Untersuchungen sowie seine von den bisherigen Ansichten abweichenden Lehren darlegte und sie gegen die vielen Angriffe vertheidigte, da konnte er stets seines Erfolges sicher sein; der Eindruck seiner schön gefügten, mit äusserst wohlklingender Stimme gesprochenen Worte war, besonders wenn er in Eifer gerieth, ein so hinreissender, dass Niemand sich demselben zu entziehen vermochte. Und doch war er kein eigentlicher Redner, denn er schrieb seine grösseren Vorträge und Reden, weil es ihm auf eine ganz bestimmte Fassung ankam, stets auf und las sie ab; jedoch hatte der Hörer auch da den Eindruck, als ob er vor ihm erst seine Gedanken concipire und frei vortrüge. Sollte er unvorbereitet sprechen, dann stockte er öfters in der Rede und räusperte sich und man sah es ihm an, wie schwer es ihm manchmal wurde, für das, was er sagen wollte, das richtige Wort zu

finden; jedoch waren auch diese seine frei gesprochenen Reden stets von Bedeutung, voll von Ideen und oft von köstlichem Humor.

Ganz anders war es beim Schreiben. Er schrieb seine Abhandlungen in unglaublich kurzer Zeit nahezu druckfertig nieder; hatte er einmal Aeusserungen von seiner Seite für nöthig gehalten, dann konnte er Tage und halbe Nächte lang in einem Zuge schreiben; noch Anfangs der neunziger Jahre kam es vor, dass er Nacht um Nacht bis Morgens gegen 3 Uhr bei der Lampe sass. In solchen Lagen zeigte sich seine ganze Energie und Arbeitskraft: die grosse Untersuchung über die Verbreitungsart der Cholera von 1854, in der seine neue Lehre schon im Wesentlichen enthalten war, lag drei Monate nach Ablauf der Seuche vollendet vor; sein letztes 50 Bogen starkes Werk über den jetzigen Stand der Cholerafrage schrieb er in seinem 70. Lebensjahre (1885—1887) in nicht ganz einem Jahre; die wunderbare akademische Gedächtnissrede auf Liebig war in wenigen Wochen fertig.

Er war ein Meister einer schönen und klaren Darstellung, belebt durch eine Fülle glänzender Gedanken und gewürzt durch einen feinen Humor; seine Schreibweise, von einem ganz eigenen Reiz, kann geradezu klassisch genannt werden; er hatte sie als Gewinn des Studiums der alten und neuen Klassiker erworben. Durch zahlreiche Gleichnisse und Bilder kam er dem Verständniss bei schwierigen Auseinandersetzungen zu Hilfe und treffende Beispiele aus dem Leben und aus der täglichen Erfahrung machten die Vorgänge anschaulich. Ich habe seine Abhandlungen erneut mit dem grössten Vergnügen und dem reinsten Genusse gelesen; während sonst wissenschaftlichen Darstellungen oft und mit Recht der Vorwurf gemacht wird, dass sie für das gebildete Publikum ungenissbar und nur für die Sachverständigen lesbar und verständlich seien, lesen sich die Schriften Pettenkofers trotz strengster Wissenschaftlichkeit flüssig und leicht, theilweise, besonders seine populären Vorträge, wie ein Roman. Er war gezwungen, gemeinverständlich zu schreiben, um seine Lehren und Anschauungen allgemein bekannt

zu machen und für ihre Einführung zu wirken. Liebig, ebenfalls ein Meister populärer Darstellung, hat kurz vor seinem Tode der (1873) zur Belehrung und Beruhigung des Publikums geschriebenen Abhandlung Pettenkofers: „was man gegen die Cholera thun kann" den höchsten Preis ertheilt, den er für populäre Schriften zu vergeben hatte; er drückte seinen Beifall in folgenden Worten aus: „Ihre Schrift ist im Styl ganz vortrefflich gehalten und in Beziehung auf Einfachheit und Klarheit der Sprache ein wahres Meisterstück; sie mag den meisten Lesern vorkommen wie aus dem Aermel geschüttelt, was man auch von mehreren meiner chemischen Briefe gesagt hat; aber ich bin gewiss, dass Sie sehr viel Aufmerksamkeit und Sorgfalt auf die Abfassung derselben verwendet haben, wie dies bei den chemischen Briefen von mir geschah; das Einfache und Frische in der Diktion ist Sache der Kunst, die man aber dabei nicht merken muss."

Pettenkofer hat, wie wir erfahren haben, harte Kämpfe für seine epidemiologischen Lehren durchgeführt und das, was er für unrichtig hielt, scharf angegriffen, er war kampfesmuthig und kampfeslustig bis ans Ende; immer und immer wieder brachte er die Gründe, die ihn bestimmten anderer Ansicht zu sein, vor, weil er durch die von ihm gefundenen Thatsachen zu einer unumstösslichen Ueberzeugung gelangt war und hoffte, die Anderen endlich auch zu überzeugen und zu Untersuchungen in seiner Art anzuspornen. Dabei war er jedoch sachlich und maassvoll, allerdings ab und zu witzig und ironisch, aber niemals hat er, wie es heut zu Tage leider nicht selten geschieht, eine persönliche Polemik geführt oder ein unedles und unwahres Treiben in Bekämpfung der Gegner angewendet; nur dann konnte er gewaltig aufbäumen und geradezu furchtbar werden, wenn er sah, dass die ihm heilige Wissenschaft zu unredlichem Thun missbraucht wurde, wie z. B. als Jemand eine von ihm aufgefundene Thatsache ins Lächerliche zog und meinte, man könnte beim Vergleich der Frankfurter Kurse ebenfalls einen Zusammenhang mit den Typhustodesfällen heraus-

finden wie mit den Schwankungen des Grundwassers; da brach er in die Worte aus: „wer die Rolle des Clowns mit Erfolg spielen will, der darf von den Spässen und Sprüngen, die er etwa machen zu können meint, nicht blos reden, sondern er muss sie mit überraschender Schnelligkeit und Leichtigkeit sofort exekutiren, und erst wenn er dabei keinen Aufsatz prästirt, wird das lachlustige Publikum ihm Beifall klatschen.“

Am glücklichsten war Pettenkofer im Laboratorium unter seinen, wissenschaftliche Aufgaben bearbeitenden Schülern, die er zur Arbeit anregte und denen er den richtigen Weg des Findens der Wahrheit beizubringen und seinen Geist einzuhauchen suchte. Das Verhältniss eines bedeutenden Lehrers zu seinen für die Wissenschaft begeisterten Schülern wird ja immer als eines der schönsten und edelsten auf dieser Erde angesehen; Pettenkofers Verhältniss zu seinen Schülern war ein besonders herzliches. Er trat ihnen nicht als der überlegene Gelehrte gegenüber, sondern wie der Strebende den Mitstrebenden. Was aber den Schülern noch mehr werth war als der eifrige Lehrer, zu dem sie in Ehrfurcht emporsahen, das war, dass er ihnen ein väterlicher Freund war, der mit warmem Interesse ihre Entwicklung und ihren ferneren Lebensgang verfolgte. Darum waren und blieben sie ihm auch Alle in nie erlöschender Liebe und Dankbarkeit zugethan. Dies zeigte sich in besonders rührender Weise bei der Feier des 50jährigen Doktorjubiläums, wo die von allen Seiten gekommenen Schüler nach den rauschenden offiziellen Festlichkeiten sich in dem lieblichen Feldafing am Starnberger See mit dem geliebten Lehrer zusammenfanden, um noch einige Stunden in traulichem Kreise zu verbringen. Alles war erfreut, den Meister trotz seiner 75 Jahre noch so rüstig zu treffen; man erinnerte sich der einstigen frohen Stunden der Arbeit im Laboratorium und Dank kam ihm von allen Seiten entgegen. Und doch konnte man eine wehmüthige Stimmung nicht unterdrücken, denn es war voraussichtlich das letzte Mal, dass man sich im Leben um den theuren Mann versammelte. Als nun Pettenkofer sich

erhob, um einen Rückblick über sein Streben und Wirken zu geben, betonend, dass er viel Glück auf Erden gehabt habe, und als er schliesslich in den herzlichsten Worten seinen Schülern für ihre Liebe und für die Unterstützung seiner Bestrebungen dankte und für das Leben von ihnen Abschied nahm und ihnen Lebewohl sagte, da vermochte er vor Rührung kaum mehr zu sprechen und es blieb in diesem feierlichen Augenblick kein Auge trocken. —

Werfen wir noch einen Blick auf die Eigenschaften des Forschers Pettenkofer, dessen Werke wir kennen gelernt haben, so tritt hervor, dass er ein äusserst feiner Beobachter der Naturerscheinungen war; er beachtete dabei Dinge, an denen, wie schon erwähnt, die Anderen bis dahin achtlos vorüber gegangen waren. Bei den verwickeltsten Vorgängen erkannte er alsbald mit seltenem Scharfblick, auf was es dabei ankam; indem seine Aufmerksamkeit stets auf das Grosse und Ganze sowie auf die quantitativen Verhältnisse gerichtet war, wurde er davor behütet, Nebendinge als Hauptsache und als wirksame Ursache anzusehen. Mit einem Geschick ohne Gleichen fand er die Ursachen der Dinge und vorher dunkele Prozesse erschlossen sich durch ihn so vollständig, dass sie uns als höchst einfache, fast selbstverständliche erscheinen; namentlich war es die chemische Kunst, die er wie nicht leicht ein Anderer meisterte. Es sind wahrlich Forschungen ganz besonderer Art, zu denen grössere Gaben gehören als für die gewöhnlichen chemischen, physikalischen und physiologischen Untersuchungen.

Mit einer seltenen Virtuosität bediente er sich des Experiments und mit erstaunlicher Gewandtheit wusste er die dazu nöthigen Apparate zu erfinden. Oft habe ich ihn hierin bewundern können, wie er mit den einfachsten Mitteln den Zweck zu erreichen wusste, namentlich bei dem Bau des grossen Respirations-Apparates, den Manche für seine grösste That halten. Wie rasch überwand er da die Schwierigkeiten, als Alles zu stocken drohte und bange Augenblicke eintraten, als z. B. bei der Untersuchung eines Bruchtheiles der Luft die gewöhnlichen Aspiratoren versagten und die Control-

versuche die grössten Fehler in der Bestimmung der Kohlensäure und des Wassers ergaben, die er dann durch einen, stets gleichbleibende Bruchtheile der Luft entnehmenden Mechanismus beseitigte, oder als er statt der gewöhnlichen Quecksilberventile, die ihren Dienst nicht thaten, die schiefgestellten Kugelröhren erfand oder als er zum ersten Male die unerlässlichen Control-Bestimmungen versuchte. —

So wie sein Talent und sein Geist als Gelehrter, waren auch in seltener Harmonie seine Charaktereigenschaften entwickelt; man wusste nicht, wen man höher stellen sollte, den grossen Gelehrten oder den edlen Menschen. Für alles Schöne und Gute zeigte er sich in hohem Maasse empfänglich; er war ein feiner Kenner der Schönheiten der Natur sowie der Werke der bildenden Kunst, der Musik und der schönen Literatur; er ist es auch gewesen, der den Anfangs nur wenig beachteten Dichter Lingg durch seelenvolles Vorlesen seiner Werke in gebildeten Kreisen bekannt machte; hat er ja doch selbst seinen Stimmungen poetischen Ausdruck zu geben gewusst in den schon erwähnten chemischen Sonetten sowie in den ergreifenden Haideliedern in Erinnerung an seine Heimath im Donaumoos.

Pettenkofer war eine ideal angelegte Natur, der Alles Gemeine fern stand, ein reiner makelloser Charakter und von tiefem, wahrhaft kindlichem Gemüthe. Ich habe Niemand gekannt, bei dem die Schwächen, welche jeder Mensch besitzt, so zurückgetreten wären wie bei ihm.

Man hätte denken sollen, ein Mann, der so gewaltige Thaten vollbrachte, müsste auch in seinem Wesen etwas Imponirendes und Selbstbewusstes angenommen haben. Aber trotz der höchsten Ehren und Auszeichnungen blieb er natürlich und schlicht; alles gespreizte und dünkelhafte Wesen war ihm fremd; auch in seinen Bedürfnissen war er von der grössten Einfachheit und Genügsamkeit. Sein ganzes Dasein war dem Dienste der Wissenschaft geweiht. Man würde darum in seiner Erscheinung nicht gleich den berühmten Gelehrten, noch weniger einen Geheimrath oder eine Excellenz vermuthet haben. Von einer unendlichen, im tiefsten Inneren begrün-

deten Bescheidenheit lehnte er sein Verdienst ab; er sagte gewöhnlich, er habe viel Glück gehabt und es habe viel mitgewirkt, was man nicht auf seine Rechnung schieben dürfe, aber die Selbstkritik habe ihn gesund erhalten.

Allerdings kannte er seine wahre Bedeutung und fehlte es ihm zu rechter Zeit nicht an Selbstbewusstsein; auch war er nicht gleichgiltig gegen äussere Ehren und Anerkennung, denn er freute sich derselben, jedoch nicht für seine Person, sondern der Sache halber, die er vertrat. Er vermochte sehr wohl seine Würde geltend zu machen und das Gewicht seiner Persönlichkeit für gute Zwecke einzusetzen; ja er konnte gewaltsam sein, wenn er einmal etwas als richtig ansah. Muthig pflegte er Schäden und Gebrechen im Staate und in der Gesellschaft zu kennzeichnen, um zu ihrer Beiseitigung beizutragen. In selbstloser Liebe zur Wahrheit erfreute er sich neidlos an den Fortschritten und Errungenschaften der Wissenschaft und immer war er voll gerechter Anerkennung der Verdienste Anderer.

Wenn man über irgend welche Dinge in ein Gespräch mit ihm kam, dann merkte man an der bedeutenden Rede bald, dass man einen aussergewöhnlichen Menschen vor sich habe. In dem auf einem kräftigen, wohlgebildeten Körper ruhenden prächtigen Haupt, im Alter wie das eines altgriechischen Weisen anzusehen, war der Ernst der geistigen Arbeit, aber auch das Wohlwollen des Menschenfreundes ausgeprägt; von besonderer Schönheit war das unter buschigen Brauen hervorleuchtende feurige Auge, das, wenn er seine Gedanken lebhaft aussprach oder seine Freude und Theilnahme äusserte, in wunderbarem Glanze strahlte; diesen Blick vermochte kein Bild wiederzugeben, wesshalb man bei allen sich sagte, der ganze Pettenkofer, wie wir ihn kannten, ist es doch nicht.

Ein hervorstechender Zug seines Wesens war seine ausserordentliche Herzensgüte und gewinnende Liebenswürdigkeit. Seine Güte gegen Alle, auch den Geringsten war unerschöpflich; Jeder konnte an ihn kommen mit irgend einem Anliegen, stets war er bereit, zu

rathen und durch persönliches Eingreifen zu helfen, wo es möglich war. Er nahm den herzlichsten Antheil an den Freuden und Leiden der Mitmenschen und besonders den ihm näher Stehenden war er ein allzeit treuer mitfühlender Freund; jedes Mal hatte man das Gefühl, von ihm wieder etwas Gutes und Schönes empfangen zu haben. Von mildem, versöhnlichem Sinn suchte er Differenzen und Meinungsverschiedenheiten möglichst auszugleichen. Durch diese seine Güte, die Niemand etwas zu Leid thun konnte, und seinen empfänglichen Sinn liess er sich allerdings manchmal zu Entschlüssen bestimmen, welche Andere nicht gut hiessen. —

Nach dem Tode von Ignaz Döllinger wurde Pettenkofer (1890) zum Präsidenten unserer Akademie und zum Generalconservator der wissenschaftlichen Sammlungen des Staates ernannt; er hat dieses Amt 9 Jahre lang in würdiger Weise zum Nutzen und Ansehen unserer Gesellschaft bekleidet. Die Akademien wurden längere Zeit als Vereinigungen angesehen, deren Bedeutung für die Wissenschaft zum grossen Theil abgelaufen und an die Arbeitsstätten der Universitäten übergegangen sei. Aber es kamen doch wieder neue für die Wissenschaft höchst fruchtbare Aufgaben hinzu. Es erwies sich nämlich für die Entwicklung der Wissenschaft als nothwendig, einzelne Arbeiten, welche sonst nicht möglich wären, zu unterstützen und weiter gewisse grosse wissenschaftliche Unternehmungen ins Leben zu rufen, welche nur durch die Vereinigung der Akademien durchzuführen sind. Zu einer solchen Wirksamkeit gehören jedoch ausreichende Mittel, welche die meisten Akademien, wie auch die unsrige, nicht besitzen. Um diese Aufgaben erfüllen zu können, wandte sich Pettenkofer, den Zeitpunkt richtig erkennend, an die private Grossmuth, und es gelang seinem hohen Ansehen, der Akademie Mittel zu den genannten Zwecken zu verschaffen. Edle Münchener Bürger von echtem Gemeinsinn, wie sie unserer Stadt nie fehlten, haben in Dankbarkeit für die Verdienste Pettenkofers um die Stadt und in Erkennung des Nutzens der Wissenschaft eine Bürgerstiftung bei der Akademie gegründet; der Reichsrath v. Cramer-

Clett und andere Wohlthäter steuerten beträchtliche Summen bei, so dass unsere Akademie jetzt in der Lage ist, in den angegebenen Richtungen die Wissenschaft zu fördern. Pettenkofer erwarb sich dadurch ein unvergängliches Verdienst um unsere Akademie; möchte es der Akademie und unseren Sammlungen, im Andenken an Pettenkofers Wirksamkeit, auch weiterhin an Gönnern der Wissenschaft nicht fehlen.

Im Jahre 1894 trat Pettenkofer von seinem Lehramte an der Universität zurück und gab allmählich alle seine Stellen und Aemter auf: 1896 die Vorstandschaft der Hofapotheke, 1899 das Präsidium der Akademie und im vorigen Jahre kurz vor seinem Tode die Stelle im Obermedizinal-Ausschuss. Bei den grossen Ansprüchen, die er an sich und seine Pflichten zu machen pflegte, ertrug er es nicht, sich sagen zu müssen, dass er nicht mehr ganz und voll wie einst seine Stellen ausfülle. Er zog sich nun ganz zurück und lebte still, im Winter in München, den Verkehr mit seinen Freunden unterhaltend, im Sommer auf seinem geliebten Landsitz in Seeshaupt am Starnberger See, wo er vom frühen Morgen an im Garten oder am Seestrande thätig war, ohne jede Hilfe die Bäume und Sträucher beschnitt, die Wege säuberte und das angefallene Holz spaltete. Sein einziger Genuss in diesen letzten Jahren war die Freude an dem Gedeihen seiner Anpflanzungen und der innige Verkehr mit der Natur. An der weiteren Ausbildung der Hygiene, welche er geschaffen, nahm er von da an nur mehr geringen Antheil und er war nicht zu bewegen, der liebenswürdigen Bitte seines Schülers und Nachfolgers entsprechend, an der Stätte seiner grossen Wirksamkeit einen Raum anzunehmen und an den Arbeiten des Instituts noch mitzuwirken; nur in erquickenden Briefen an seine früheren Schüler zeigte er noch das Interesse und die Freude an ihren Arbeiten.

Er war müde geworden, obwohl man ihm keine Spur des Greisenalters anmerkte und er sich noch einer ganz ungewöhnlichen körperlichen und geistigen Rüstigkeit erfreute; erhebliche Krankheiten, die ihn an Ausübung seiner enormen Arbeitskraft gehindert

hätten, kannte er nicht und würde sie wohl auch nicht ruhig ertragen haben. Man hätte ihm daher noch eine längere Lebenszeit zugetraut. Als 82jähriger Greis gieng er ungebeugt einher, stieg öfters des Tags die 122 Stufen zu seiner Wohnung in der königlichen Residenz empor oder ruderte mit kräftigem Arm sein oft schwer beladenes Boot durch den See oder schwamm in demselben umher.

Obwohl er sonst zumeist heiteren Sinnes war, fieng er schon seit bald 30 Jahren an zu klagen, dass sein Gedächtniss abnehme und dass er nicht mehr so leicht wie früher arbeite, was aber bei seinem Alter ganz natürlich schien. Diese Klagen nahmen immer mehr zu und fast jedes Mal als er mich aufsuchte, hörte ich ihn sagen, dass ihm nichts mehr einfalle und er zu nichts mehr nütze wäre, dass er des Lebens müde sei und gerne sterben würde. Während seines langen Lebens kannte er keinen anderen Zweck und Genuss als den, rastlos zu arbeiten und da erschien ihm das Dasein ohne die Arbeit schaal und nutzlos, wenn er hie und da auch im Scherze meinte, er habe im Alter doch noch etwas gelernt, nämlich faul zu sein. Dazu kam noch, dass er in seiner Familie schwere Schicksalsschläge erlitten hatte; seine Gattin war im Jahre 1890 gestorben, sowie zwei Söhne und eine Tochter ihm in der Blüthe der Jahre entrissen worden; den Verlust des älteren hoffnungsvollen Sohnes, der als junger Mediziner starb, hat er nie überwunden; so fühlte er sich trotz der Liebe der Ueberlebenden doch vereinsamt. Es war ihm unmöglich, den Vorstellungen seiner Freunde nachzukommen und auszuruhen von seinem reichen Lebenswerke und sich an der Verehrung der Mitwelt zu erfreuen. Die düsteren Stimmungen wechselten aber wieder mit solchen, wo er heiterer sein konnte und sich auf den herannahenden Frühling am Starnberger See freute.

Da befiel ihn Ende Januar eine ernste infectiöse Halsentzündung, die ihm viel Schmerzen bereitete und den gewohnten Schlaf und Appetit nahm. In der dadurch gesteigerten Schwermuth legte er Hand an sich. Bei der Sektion fand sich hochgradige chronische Entzündung der harten Hirnhaut mit bedeutender Verdickung und

Verwachsung derselben; starke Verkalkung der mittleren und grösseren Schlagadern des Gehirns, wodurch Ernährungsstörungen des Organs bedingt waren.

Im Jahre 1889 äusserte sich Pettenkofer, als sein früherer Schüler und Assistent, Professor Isidor Soyka in Prag, in tiefer Melancholie um den im Irrenhause gestorbenen Bruder, seinem Leben ein Ende machte, in einem Nachrufe auf denselben: „Selbstmord ist kein Heldentod, und nur zu entschuldigen, wenn er ein Opfer für geliebte Wesen oder eine ideale Sache ist, oder wenn er einen Unzurechnungsfähigen trifft: in diesem Falle ist er ein tragisches Geschick.“

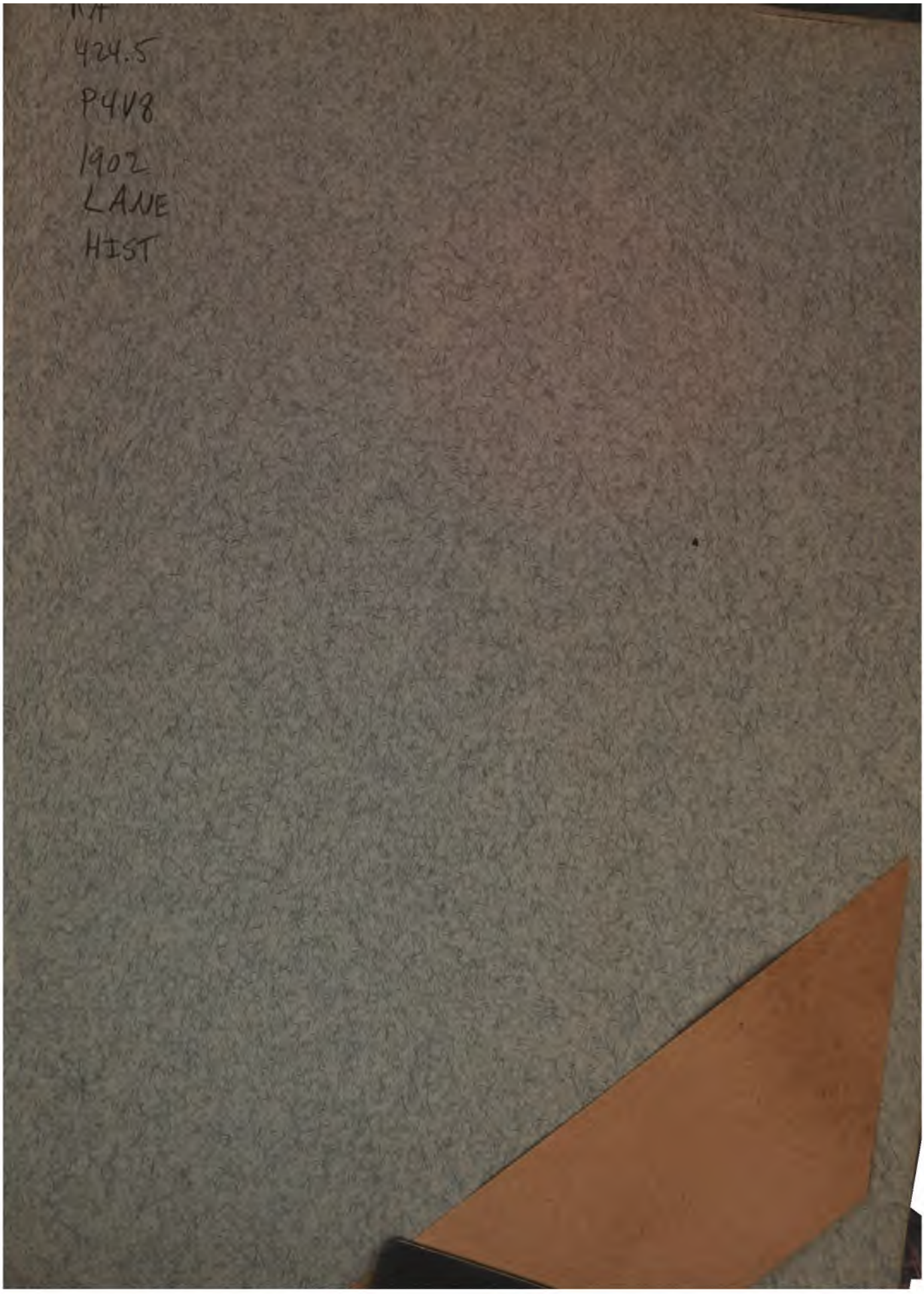
Es ist das Loos des Menschen, dass er den Gesetzen der Materie wie alle Dinge auf der Erde unterworfen ist. Das Instrument, das verwickeltste und feinste, was es giebt, durch das so Herrliches vollbracht wird, kann durch geringfügige Einflüsse geändert werden, so dass fremdartige Vorgänge in ihm stattfinden und Gedanken ausgelöst werden, unter deren Gewalt vorher für Unrecht Gehaltenes gethan wird. Wir beklagen, dass ihm und uns dieses Geschick nicht erspart wurde.

Wenn uns auch jetzt noch das Ende des sonst so wunderbar schönen, harmonischen Lebens als eine Dissonanz erscheint, so wird doch sein Bild in verklärtem Lichte rein dastehen in Anschauung des Unvergänglichen, was er erstrebt und errungen. Sein Andenken wird ein gesegnetes bleiben als das eines der hervorragendsten und eigenartigsten Naturforscher, der die Gesetze gefunden hat, wie man das hohe Gut der Gesundheit erhält und stärkt, und dadurch die Wohlfahrt des Volkes gefördert hat wie nur Wenige.

So wie Pettenkofer es so schön von Liebig gesagt hat, liegt auch er jetzt vor uns, geläutert von den Schlacken auf dem heissen Treibheerde eines rastlos thätigen, glorreichen Lebens, als ein mächtiger Silberblick von ungewohnter Grösse, den kommende Geschlechter noch bewundernd schauen werden. —

LANE MEDICAL LIBRARY

To avoid fine, this book should be returned on
or before the date last stamped below.


RA
424.5
P4V8
1902
LANE
HIST